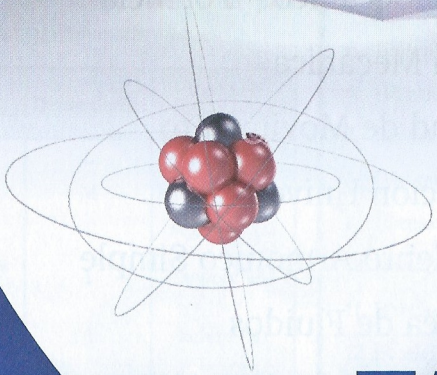
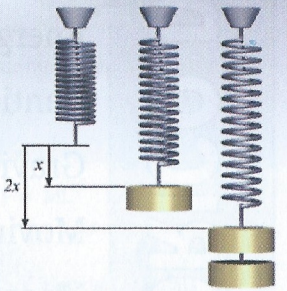
Resumen Teórico





Física

FONDO EDITORIAL RODO

ÍNDICE

RESUMEN TEÓRICO DE FÍSICA

Análisis Dimensional
Análisis Vectorial
Cinemática
Estática
Dinámica
Trabajo Mecánico – Potencia
Energía Mecánica
Cantidad de Movimiento
Gravitación Universal
Movimiento Armónico Simple
Mecánica de Fluidos
Temperatura – Dilatación – Calorimetría
Termodinámica
Electrostática – Capacitancia Eléctrica
Electrodinámica – Circuitos Eléctricos
Magnetismo – Electromagnetismo
Ondas Mecánicas – Sonido
Ondas Electromagnéticas
Óptica – Óptica Física
Física Moderna – Relatividad

FÍSICA

FONDO EDITORIAL RODO

ANÁLISIS DIMENSIONAL

MAGNITUD FÍSICA

Es todo aquello que se puede medir. Medir una magnitud física es compararla con una magnitud de la misma especie que se elije como unidad de medida. Las magnitudes se clasifican en:

A. POR SU ORIGEN

A1. MAGNITUDES FUNDAMENTALES

Son aquellas elegidas convencionalmente que sirven como base para expresar las demás magnitudes.

Magnitud Fundamental	Dimensión	Unidad (Símbolo)
Longitud	L	metro (m)
Masa	M	kilogramo (kg)
Tiempo	T	segundo (s)
Intensidad de corriente.	I	ampere (A)
Temperatura Termodinámica	θ	kelvin (K)
Intensidad Luminosa	J	candela (cd)
Cantidad de sustancia	N	mol (mol)

A2. MAGNITUDES DERIVADAS

Son aquellas magnitudes que se pueden expresar a través de las magnitudes fundamentales.

B. POR SU NATURALEZA

B1. ESCALARES

Son aquellas que se pueden definir conociendo únicamente su valor.

B2. VECTORIALES

Se definen por su valor, dirección y sentido.

ECUACIONES DIMENSIONALES

Son aquellas ecuaciones que relacionan a las magnitudes fundamentales con las derivadas

EXPRESIONES DE LAS PRINCIPALES ECUACIONES DIMENSIONALES

1. [Velocidad] = LT^{-1}
2. [Aceleración] = LT^{-2}
3. [Fuerza] = MLT^{-2}
4. [Trabajo o Energía] = ML^2T^{-2}
5. [Potencia] = ML^2T^{-3}
6. [Cantidad de Movimiento] = MLT^{-1}
7. [Área] = L^2
8. [Volumen] = L^3
9. [Densidad] = ML^{-3}
10. [Presión] = $ML^{-1}T^{-2}$
11. [Frecuencia o Velocidad Angular] = T^{-1}
12. [Aceleración Angular] = T^{-2}
13. [Carga eléctrica] = IT
14. [Calor] = ML^2T^{-2}

NOTA

Cualquier constante numérica tiene una dimensión igual a 1

PRINCIPIO DE HOMOGENEIDAD

Toda ecuación será dimensionalmente correcta, cuando los términos que componen una suma o una diferencia tienen igual ecuación dimensional, es decir; si:

$$A + B = C + E - PQ$$

entonces:

$$[A] = [B] = [C] = [E] = [PQ]$$

FÍSICA

ANÁLISIS VECTORIAL

MAGNITUD ESCALAR

Son aquellas que quedan definidas cuando se conoce su valor numérico y unidad de medida. Ejemplo: La masa, el tiempo, el trabajo, la frecuencia, etc.

MAGNITUD VECTORIAL

Son aquellas definidas cuando se conoce su valor numérico, unidad de medida y además su dirección (sentido). Ejemplo: La fuerza, el desplazamiento, la velocidad, la aceleración, la inducción electromagnética, etc.

VECTOR

Elemento matemático que representa gráfica mente una magnitud vectorial, compuesto por:

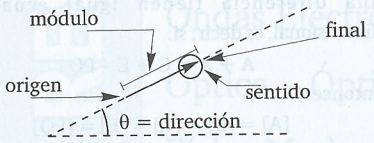
1. **MÓDULO.-**
   Valor o medida de la magnitud vectorial.

2. **DIRECCIÓN.-**
   Orientación en el espacio de recta que contiene al vector.

3. **SENTIDO.-**
   Nos indica hacia donde se dirige el vector, se representa por una saeta.

NOTACIÓN: $\vec{A} = \overline{A}$: Se lee vector A

$A = |\vec{A}| = |\overline{A}|$ = módulo de A

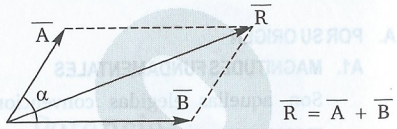


SUMA DE VECTORES

$$\vec{R} = \sum \text{Vectores}$$

$\vec{R}$: es el vector resultante

1. MÉTODO DEL PARALELOGRAMO



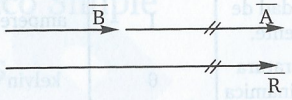
$\overline{R} = \overline{A} + \overline{B}$

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\alpha}$$

α: ángulo formado por $\overline{A}$ y $\overline{B}$

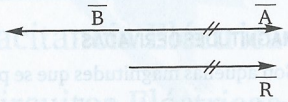
CASOS:

1) $\alpha = 0°$ (Resultante máxima)



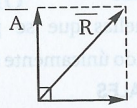
$$R = A + B$$

2) $\alpha = 180°$ (Resultante mínima)



$$R = A - B$$

3) $\alpha = 90°$ ($\overline{A}$ y $\overline{B}$ perpendiculares)



$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

CASOS ADICIONALES:

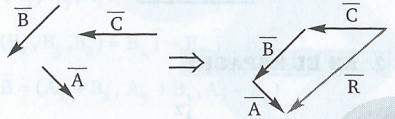
A) Si : A = B y $\alpha = 60° \Rightarrow R = A\sqrt{3}$

B) Si : A = B y $\alpha = 120° \Rightarrow R = A$

C) Si : A = B y $\alpha = 90° \Rightarrow R = A\sqrt{2}$

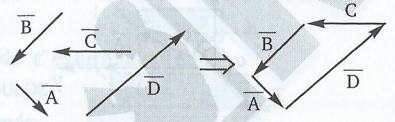
2. MÉTODO DEL POLÍGONO

Se usa para tres o más vectores, consiste en unir cada uno de ellos por el origen de uno y el final del otro. La resultante es la unión del origen del primero con el final del último.



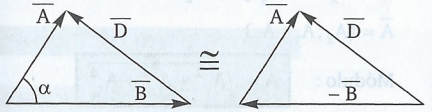
$$\overline{R} = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C}$$

CASO ESPECIAL: Al trasladar los vectores se obtiene un polígono cerrado donde los vectores son consecutivos se cumple:



$$\overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + \overline{D} = 0$$

RESTA DE VECTORES

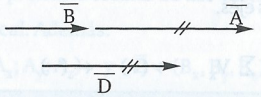


$$\overline{D} = \overline{A} - \overline{B} = \overline{A} + (-\overline{B})$$

$$D = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos\alpha}$$

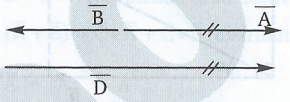
CASOS:

1) $\alpha = 0°$ (Resta mínima)



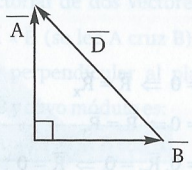
$$D = A - B$$

2) $\alpha = 180°$ (Resta máxima)



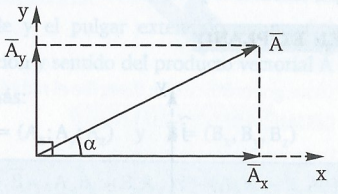
$$D = A + B$$

3) $\alpha = 90°$ ($\overline{A}$ y $\overline{B}$ perpendiculares)



$$D = \sqrt{A^2 + B^2}$$

DESCOMPOSICIÓN RECTANGULAR DE UN VECTOR



$\overline{A} = \overline{A}_x + \overline{A}_y$ (vectorialmente).

COMPONENTES:

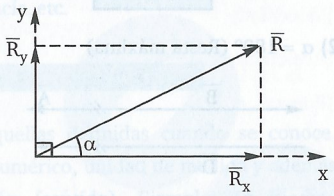
$A_x = A\cos\alpha$ $\qquad$ $A_y = A\,\text{sen}\,\alpha$.

RESULTANTE DE UN SISTEMA DE VECTORES:

1. Descomponemos los vectores en dirección de los ejes.

2. $\overline{R}_x = \sum V_x \quad \rightarrow (+) \quad \leftarrow (-)$

   $\overline{R}_y = \sum V_y \quad \uparrow (+) \quad \downarrow (-)$

3. 

$\overline{R} = \overline{R}_x + \overline{R}_y$ (vectorialmente).

Módulo : $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$

CASOS

A. Si: $\overline{R}_y = 0 \Rightarrow \overline{R} = \overline{R}_x$

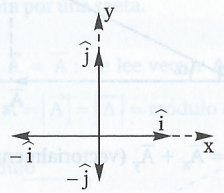
B. Si: $\overline{R}_x = 0 \Rightarrow \overline{R} = \overline{R}_y$

C. Si: $\overline{R}_x = 0, \overline{R}_y = 0 \Rightarrow \overline{R} = 0$

VECTOR UNITARIO CARTESIANO ($\overline{u}$)

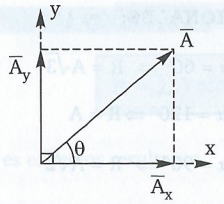
Es aquel vector de cualquier dirección pero cuyo módulo es $|\overline{u}| = 1$

1. EN EL PLANO



$\hat{i}, \hat{j}$: vectores unitarios en dirección positiva.

$-\hat{i}, -\hat{j}$: vectores unitarios opuestos a $\hat{i}, \hat{j}$.



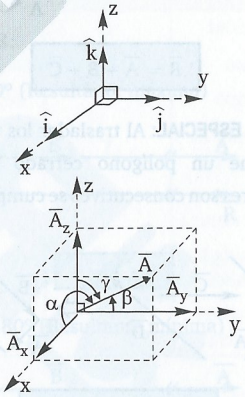
$\overline{A} = \overline{A}_x + \overline{A}_y$

$\overline{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} = (A_x; A_y)$

Módulo : $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$

Dirección: $\tan\theta = \frac{A_y}{A_x}$

2. EN EL ESPACIO



$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$: vectores unitarios positivos.

$\overline{A} = \overline{A}_x + \overline{A}_y + \overline{A}_z$

$\overline{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$

$\overline{A} = (A_x; A_y; A_z)$

Módulo : $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$

Cosenos Directores:

$\cos\alpha = \frac{A_x}{A}; \quad \cos\beta = \frac{A_y}{A}; \quad \cos\gamma = \frac{A_z}{A}$

$\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1$

SUMA DE VECTORES

EN EL PLANO

$\overline{A} = (A_x, A_y) = A_x\hat{i} + A_y\hat{j}$

$\overline{B} = (B_x, B_y) = B_x\hat{i} + B_y\hat{j}$

$\overline{A} + \overline{B} = (A_x + B_x, A_y + B_y)$

o también:

$\overline{A} + \overline{B} = (A_x + B_x)\hat{i} + (A_y + B_y)\hat{j}$

EN EL ESPACIO:

$\overline{A} = (A_x, A_y, A_z) = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$

$\overline{B} = (B_x, B_y, B_z) = B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_z\hat{k}$

$\overline{A} + \overline{B} = (A_x + B_x, A_y + B_y, A_z + B_z)$

o también:

$\overline{A} + \overline{B} = (A_x + B_x)\hat{i} + (A_y + B_y)\hat{j} + (A_z + B_z)\hat{k}$

VECTORES PARALELOS

Si los vectores $\overline{A}$ y $\overline{B}$ son paralelos o colineales, se cumple:

$\overline{A} = r\overline{B}$

Donde "r" es un número real.

MÓDULOS: $|\overline{A}| = |r|\,|\overline{B}|$

Además:

1. Si "r" es positivo, $\overline{A}$ y $\overline{B}$ son paralelos del mismo sentido.
2. Si "r" es negativo: $\overline{A}$ y $\overline{B}$ son paralelos de sentidos opuestos; o antiparalelos.

PRODUCTO DE VECTORES

PRODUCTO ESCALAR

El producto escalar de dos vectores $\overline{A}$ y $\overline{B}$ se simboliza por $\overline{A} \bullet \overline{B}$ (se lee A punto B), se define:

$\overline{A} \bullet \overline{B} = A\,B\cos\alpha$

Donde A y B son los módulos de los vectores $\overline{A}$ y $\overline{B}$ y α es el ángulo formado por la dirección de $\overline{A}$ y la de $\overline{B}$. el producto escalar de dos vectores es un número real. Además:

Si: $\overline{A} = (A_x; A_y; A_z)$ y $\overline{B} = (B_x, B_y, B_z)$

$\overline{A} \bullet \overline{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$

PROPIEDADES

1. $\overline{A} \bullet \overline{B} = \overline{B} \bullet \overline{A}$ (propiedad conmutativa).
2. $\overline{C} \bullet (\overline{A} + \overline{B}) = \overline{C} \bullet \overline{A} + \overline{C} \bullet \overline{B}$ (distributiva).
3. $\overline{A} \bullet \overline{A} = |\overline{A}|^2 = A^2$
4. Si: $\alpha = 90^\circ \Rightarrow \overline{A} \bullet \overline{B} = 0$

PRODUCTO VECTORIAL

El producto vectorial de dos vectores $\overline{A}$ y $\overline{B}$ se simboliza por $\overline{A} \times \overline{B}$ (se lee A cruz B), se define como el vector perpendicular al plano determinado por $\overline{A}$ y $\overline{B}$ y cuyo módulo es:

$|\overline{A} \times \overline{B}| = A\,B\,\text{sen}\,\alpha$

α es el ángulo formado por $\overline{A}$ y $\overline{B}$, la dirección y sentido del producto vectorial se determina por la regla de la mano derecha. Se coloca la mano derecha de tal manera que los dedos encurvado sigan la rotación de A hacia B por el menor ángulo posible y el pulgar extendido apuntará en la dirección y sentido del producto vectorial $\overline{A} \times \overline{B}$. Además:

Si: $\overline{A} = (A_x; A_y; A_z)$ y $\overline{B} = (B_x, B_y, B_z)$

$\overline{A} \times \overline{B} = (A_yB_z - B_zA_y)\hat{i} - (A_xB_z - B_xA_z)\hat{j} + (A_xB_y - B_xA_y)\hat{k}$

PROPIEDADES

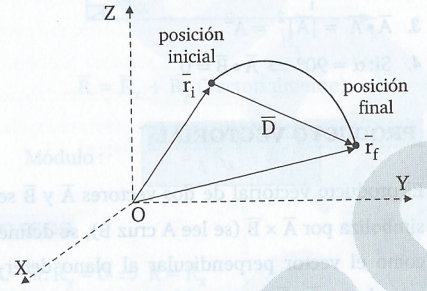
1. $\overline{A} \times \overline{B} = -\overline{B} \times \overline{A}$
2. $\overline{C} \times (\overline{A} + \overline{B}) = \overline{C} \times \overline{A} + \overline{C} \times \overline{B}$

CINEMÁTICA

Estudia el movimiento de los cuerpos sin tomar en cuenta las causas que lo originan.

MOVIMIENTO MECÁNICO

Variación con el tiempo de la posición de un cuerpo en el espacio respecto a un cuerpo de referencia (observador) que se encuentra en el origen de coordenadas.



El sistema de coordenadas (x, y, z), el cuerpo de referencia y el registro de tiempo, forman el **SISTEMA DE REFERENCIA** con respecto al cual se examina el movimiento de un cuerpo.

ELEMENTOS

* **MÓVIL:**
  Cuerpo en movimiento.
* **TRAYECTORIA:**
  Línea geométrica que describe el móvil.
* **DISTANCIA RECORRIDA (d = e):**
  Longitud de su trayectoria.
* **VECTOR POSICIÓN (r):**
  Su longitud nos indica la distancia entre el móvil y el origen (O) de referencia.
* **DESPLAZAMIENTO ($\bar{D}$):**
  Es el vector que une la posición inicial ($\bar{r}_i$) con la posición final ($\bar{r}_f$)

$$\bar{D} = \bar{r}_f - \bar{r}_i = \Delta\bar{r}$$

* **VELOCIDAD:**
  Es la rapidez con que cambia su posición un móvil a transcurrir el tiempo.
* **VELOCIDAD MEDIA ($\bar{V}_m$):**
  Se define como el desplazamiento realizado por un móvil entre el tiempo empleado. La velocidad media y el desplazamiento tienen la misma dirección y sentido.

$$\bar{V}_m = \frac{\text{Desplazamiento } (\bar{D})}{\text{Tiempo empleado}(t)}$$

* **RAPIDEZ PROMEDIO (V_p):**

$$V_p = \frac{\text{Distancia recorrida (d)}}{\text{Tiempo empleado}(t)}$$

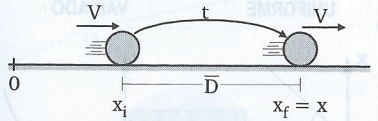
* **VELOCIDAD INSTANTÁNEA ($\bar{V}$):**
  Es la velocidad en cada posición o instante, se calcula derivando la posición con respecto al tiempo, es tangente a la trayectoria y del mismo sentido que el movimiento.
* **ACELERACIÓN MEDIA ($\bar{a}_m$):**
  Se define como la variación de la velocidad ($\Delta\bar{V}$) dividido por el intervalo de tiempo transcurrido; $\bar{a}_m$ y $\Delta\bar{V}$ tienen la misma dirección y sentido.

$$\bar{a}_m = \frac{\Delta\bar{V}}{t} = \frac{\bar{V}_f - \bar{V}_i}{t}$$

* **ACELERACIÓN INSTANTÁNEA ($\bar{a}$):**
  Es la aceleración en cada posición o instante. Se obtiene por la derivada de la velocidad con respecto al tiempo. En un movimiento de trayectoria curva señala hacia adentro de la curva (cóncavo) y en un movimiento rectilíneo es paralelo a la trayectoria y del mismo sentido cuando el móvil acelera (aumenta su rapidez); caso contrario el móvil desacelera.

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (M R U)

El móvil realiza desplazamientos iguales en tiempos iguales, con velocidad constante.



$$\bar{D} = \bar{V}\,t \qquad \bar{X}_f = \bar{X}_i + \bar{D}$$

$$\bar{X} = \bar{X}_i + \bar{V}\,t$$

UNIDADES (S. I.):
D: metro (m) t: segundo (s) V: m/s

TIEMPO DE ENCUENTRO (T_e):
Dos móviles A y B con velocidades constantes, separados una distancia d y que se mueven en la misma dirección y sentidos opuestos, al encuentro.

$$T_e = \frac{d}{\bar{V}_A + \bar{V}_B}$$

TIEMPO DE ALCANCE (T_a):
Dos móviles A y B con velocidades constantes ($\bar{V}_A > \bar{V}_B$), separados una distancia d y que se mueven en la misma dirección y sentido, uno al alcance del otro.

$$T_a = \frac{d}{\bar{V}_A - \bar{V}_B}$$

OBSERVACIÓN

* La posición **X** y la **VELOCIDAD** van con signo por ser magnitudes vectoriales.
* La velocidad también se expresa en Kilometro por hora (Km/h); donde:
  1 Km/h = 5/18 m/s

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (M R U V)

Se caracteriza por tener aceleración constante que permite al móvil realizar cambios de velocidad iguales en tiempos iguales. Puede ser:

ACELERADO:
La velocidad aumenta en magnitud o rapidez, $\bar{a}$ y $\bar{V}$ tienen la misma dirección y sentido.

DESACELERADO O RETARDADO:
La velocidad disminuye en magnitud o rapidez, $\bar{a}$ y $\bar{V}$ tienen direcciones opuestas.

NOTA

Considerar vectores (↑ o →) positivos, caso contrario (↓ o ←) negativos.

FÓRMULAS

1) $\bar{V}_f = \bar{V}_i + \bar{a}\,t$
2) $V_f^2 = V_i^2 + 2\,\bar{a}\,.\,\bar{D}$
3) $\bar{D} = \bar{V}_i\,t + \frac{\bar{a}}{2}t^2$
4) $\frac{\bar{D}}{t} = \frac{\bar{V}_i + \bar{V}_f}{2}$
5) $\bar{X}_f = \bar{X}_i + \bar{D}$

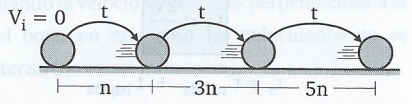
Cada vector va con su signo determinado según la nota anterior.

También tenemos:

* Desplazamiento en el n-ésimo segundo (D_n):

$$D_n = V_i + \frac{a}{2}(2n-1)$$

* Números de Galileo.



MOVIMIENTO VERTICAL DE CAÍDA LIBRE (M V C L)

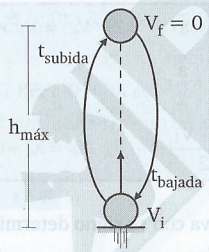
Es aquel movimiento donde la única fuerza que actúa sobre el cuerpo es su propio peso y a su aceleración de la denomina aceleración de la gravedad ($\bar{g}$) dirigida hacia el centro de la Tierra. Las distancias recorridas o alturas ($\bar{h}$) si son relativamente pequeñas (menor que el radio de la Tierra → g = constante = 9,8 m/s^2), desarrollan un MRUV.

FÓRMULAS

1) $\bar{V}_f = \bar{V}_i + \bar{g}t$ 2) $V_f^2 = V_i^2 + 2\bar{g}.\bar{h}$

3) $\bar{h} = \bar{V}_i t + \frac{\bar{g}}{2}t^2$

4) $\frac{\bar{h}}{t} = \frac{\bar{V}_i + \bar{V}_f}{2}$ 5) $\bar{V}_f = \bar{V}_i + \bar{h}$



ALTURA MÁXIMA ($h_{máx}$)

$$h_{máx} = \frac{V_i^2}{2g}$$

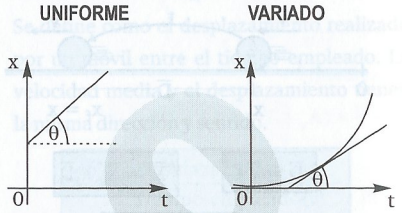
TIEMPO DE VUELO (T_v)

$$t_V = \frac{2V_i}{g}$$

$t_v = t_{subida} + t_{bajada}$

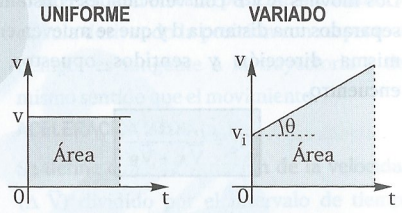
GRÁFICAS EN EL MOVIMIENTO RECTILÍNEO (MRU – MRUV – MVCL)

A) POSICIÓN (x) v.s. TIEMPO (t):



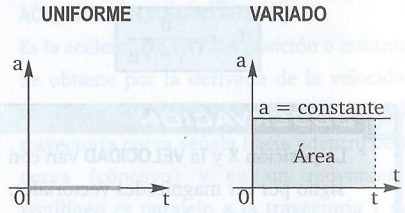
(RECTA) $V = \tan\theta$ (PARÁBOLA) $V = \tan\theta$

B) VELOCIDAD (V) v.s. TIEMPO (t):



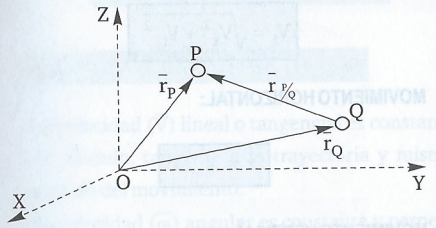
$|\bar{D}| =$ Área $|\bar{a}| = \tan\theta$

B) ACELERACIÓN (a) v.s. TIEMPO (t):



$a = 0$ $Área = V_f - V_i$

MOVIMIENTO RELATIVO



$$\bar{r}_{P/Q} = \bar{r}_P - \bar{r}_Q$$

$\bar{r}_{P/Q}$: Posición relativa del móvil P con respecto al móvil Q o también la posición de P visto por el móvil Q.

$\bar{r}_P, \bar{r}_Q$: Posiciones de P y Q con respecto a Tierra.

También:

$$\bar{V}_{P/Q} = \bar{V}_P - \bar{V}_Q$$

$\bar{V}_{P/Q}$: Velocidad relativa del móvil P con respecto al móvil Q o también la velocidad del móvil P visto desde el móvil Q.

$\bar{V}_P, \bar{V}_Q$: Velocidad de P y Q con respecto a Tierra.

Además:

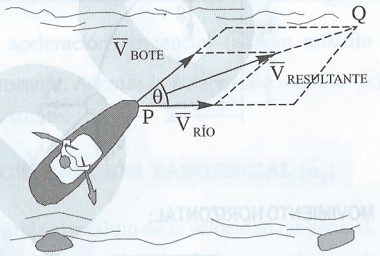
$$\bar{a}_{P/Q} = \bar{a}_P - \bar{a}_Q$$

$\bar{a}_{P/Q}$: Aceleración relativa del móvil P con respecto al móvil Q.

$\bar{a}_P, \bar{a}_Q$: Aceleraciones de P y Q con respecto a la Tierra.

MOVIMIENTO COMPUESTO

Es aquel movimiento formado por dos o más movimientos elementales que se realizan al mismo tiempo. Estos movimientos se realizan de manera independiente. Estos pueden ser dos Movimientos que varían uniformemente o uno cuya velocidad varía y del otro permanece constante. El ejemplo clásico es cuando un nadador o bote cruza un río.



Esta relación entre velocidades nos muestra 4 casos dependiendo del ángulo formado θ:

1° CASO: $\theta = 0°$

Cuando se viaja siguiendo la corriente del río.

$$V_{RESULTANTE} = V_{RÍO} + V_{BOTE}$$

2° CASO: $\theta = 180°$

Cuando se viaja contra la corriente del río. ($V_{RÍO}$ es menor que V_{BOTE})

$$V_{RESULTANTE} = V_{BOTE} - V_{RÍO}$$

3° CASO: $0° < \theta < 180°$

$$V_R = \sqrt{V_{BOTE}^2 + V_{RÍO}^2 + 2 \times V_{BOTE} \times V_{RÍO} \cos\theta}$$

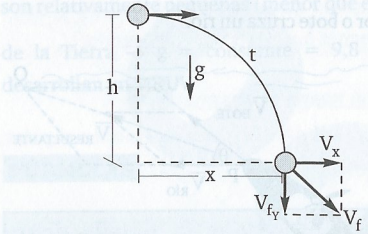
4° CASO: $\theta = 90°$

Cuando la velocidad del río es perpendicular a la del bote, en este caso las velocidades no se alteran (no existe influencia).

MOVIMIENTO PARABÓLICO

Movimiento compuesto por un movimiento horizontal (MRU) y otro vertical (MVCL), es un movimiento de trayectoria parabólica en donde la aceleración ($\bar{g}$) del móvil es constante.

MOVIMIENTO SEMIPARABÓLICO



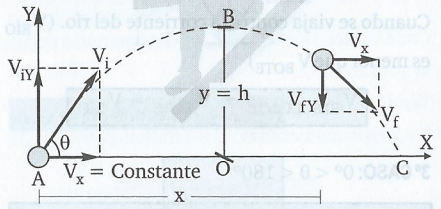
MOVIMIENTO HORIZONTAL:

$$x = V \cdot t$$

MOVIMIENTO VERTICAL:

$$h = \frac{g}{2}t^2 \qquad V_{f_y} = g.t$$

MOVIMIENTO PARABÓLICO GENERAL



ECUACIONES BÁSICAS

VELOCIDAD INICIAL:

$$V_{iY} = V_i \operatorname{sen}\alpha \qquad V_x = V_i \cos\alpha$$

VELOCIDAD FINAL:

$$V_f = \sqrt{V_x^2 + V_{f_Y}^2}$$

MOVIMIENTO HORIZONTAL:

$$x = V_x \cdot t$$

MOVIMIENTO VERTICAL:

(g (–): señala abajo)

$$\bar{h} = \bar{V}_{i_Y} t + \frac{\bar{g}}{2}t^2 \qquad \bar{V}_{f_Y} = \bar{V}_{i_Y} + \bar{g}t$$

FUNCIONES DEL MOVIMIENTO

TIEMPO DE VUELO ($t_{ABC} = T_v$)

$$T_v = \frac{2V_i \operatorname{sen}\theta}{g}$$

ALTURA MÁXIMA (h = OB):

En B: $V_Y = 0$

$$H = \frac{V_i^2 \operatorname{sen}^2\theta}{2g}$$

ALCANCE HORIZONTAL: (x = L = AC)

$$L = \frac{2V_i^2 \operatorname{sen}\theta\cos\theta}{g}$$

ALCANCE MÁXIMO: (θ = 45°)

$$L_{máx} = \frac{V_i^2}{g}$$

RELACIÓN ENTRE H y L:

$$\tan\theta = \frac{4H}{L}$$

RELACIÓN ENTRE H y T_v:

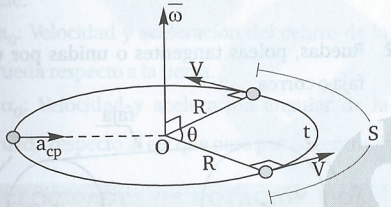
$$H = \frac{g}{8}T_v^2$$

MOVIMIENTO CIRCULAR

CIRCULAR UNIFORME (M C U)

La velocidad ($\bar{V}$) lineal o tangencial es constante en módulo, tangente a la trayectoria y mismo sentido del movimiento.

La velocidad ($\bar{\omega}$) angular es constante y perpendicular al plano de giro, su sentido se determina por la regla de la mano derecha, los dedos giran en el sentido de la rotación y el pulgar señala $\bar{\omega}$.



ECUACIONES BÁSICAS

$$V = \frac{S}{t} \qquad \omega = \frac{\theta}{t}$$

Unidades : m / s Unidades : rad / s

Trigonométricamente sabemos: $S = \theta R$

Además : $V = \omega R$

PERÍODO (T): Tiempo empleado por revolución (o una vuelta completa).

FRECUENCIA (f): Número de vueltas que da el móvil por unidad de tiempo.

$$f = \frac{\text{Número de vueltas}}{\text{Tiempo empleado}}$$

También tenemos:

$$1)\ f = \frac{1}{T} \qquad 2)\ \omega = \frac{2\pi}{T} \qquad 3)\ \omega = 2\pi f$$

ACELERACIÓN CENTRÍPETA ($\bar{a}_{CP}$)

Esta aceleración solo cambia la dirección de la velocidad tangencial, señala hacia el centro de la trayectoria y su módulo es constante en el MCU.

$$a_{cp} = \frac{V^2}{R} = \omega^2 R$$

MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORMEMENTE VARIADO (M C U V)

La aceleración tangencial ($\bar{a}_T$) en módulo es constante. Además la aceleración angular ($\bar{\alpha}$)es constante.

ACELERACIÓN TANGENCIAL ($\bar{a}_T$)

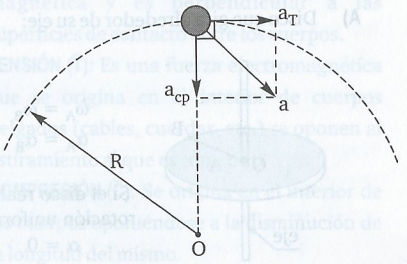
Cambia el módulo de la velocidad tangencial. Su dirección es tangente a la trayectoria circular y su sentido es igual al de la velocidad tangencial cuando el móvil acelera. Si desacelera será de sentido opuesto.

$$a_T = \frac{V_f - V_i}{t}$$ Unidades : m/s^2

Además; la aceleración lineal del móvil en cada posición es:

$$\bar{a} = \bar{a}_T + \bar{a}_{cp}$$ Donde : $\bar{a}_T \perp \bar{a}_{cp}$

Módulo : $a = \sqrt{a_T^2 + a_{cp}^2}$



ACELERACIÓN ANGULAR ($\bar{\alpha}$)

Es aquella magnitud física vectorial que mide el cambio de la velocidad angular en cada unidad de tiempo, tiene la misma dirección y sentido de la velocidad angular si el móvil acelera. En caso contrario, en sentido opuesto si desacelera.

$$\bar{\alpha} = \frac{\bar{\omega}_f - \bar{\omega}_i}{t}$$ Unidades: rad/s^2

Además:

$$a_T = \alpha R$$

ECUACIONES BÁSICAS

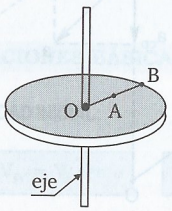
TANGENCIAL	ANGULAR
1) $V_f = V_i \pm a_T t$	1) $\omega_f = \omega_i \pm \alpha t$
2) $V_f^2 = V_i^2 \pm 2a_T S$	2) $\omega_f^2 = \omega_i^2 \pm 2\alpha\theta$
3) $S = V_i t \pm \frac{a_T}{2} t^2$	3) $\theta = \omega_i t \pm \frac{\alpha}{2} t^2$
4) $\frac{S}{t} = \frac{V_i + V_f}{2}$	4) $\frac{\theta}{t} = \frac{\omega_i + \omega_f}{2}$

+ : Movimiento acelerado
− : Movimiento desacelerado.

PROPIEDADES

1. Todos los puntos de un cuerpo rígido que gira alrededor de un eje fijo tienen la misma velocidad angular y la misma aceleración angular en cualquier instante. **Ejemplos:**

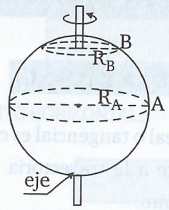
A) Disco que gira alrededor de su eje:



$\omega_A = \omega_B$
$\alpha_A = \alpha_B$

Si el disco realiza rotación uniforme:
$\alpha = 0$

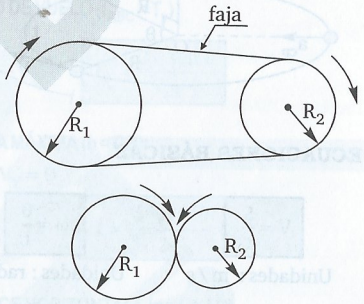
B) Esfera que gira alrededor de su eje:



$\omega_A = \omega_B$
También
$\alpha_A = \alpha_B$

C) Si varias ruedas o poleas giran alrededor del mismo eje tienen también la misma velocidad angular y la misma aceleración angular en cualquier instante.

2. Ruedas, poleas tangentes o unidas por una faja o correa.



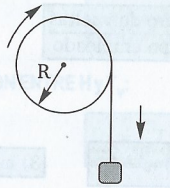
Tienen la misma velocidad tangencial y la misma aceleración tangencial en módulo de sus puntos periféricos.

$V_{T_1} = V_{T_2}$ $\quad \omega_1 R_1 = \omega_2 R_2$

También:

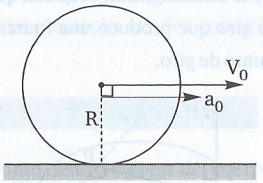
$a_{T_1} = a_{T_2}$ $\quad \alpha_1 R_1 = a_2 R_2$

3. Rueda unida a un bloque por una cuerda.



$V_{bloque} = \omega R$
$a_{bloque} = \alpha R$

MOVIMIENTOS DE ROTACIÓN Y DE TRASLACIÓN



$$V_0 = \omega_0 R$$
$$a_0 = \alpha_0 R$$

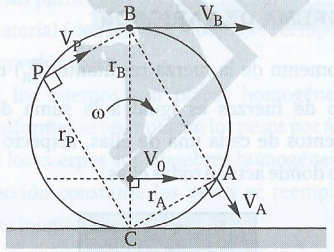
Donde:

V_0; a_0: Velocidad y aceleración del centro de la rueda respecto a la tierra.

ω_0, α_0: Velocidad y aceleración angular de la rueda respecto al eje que pasa por su centro.

VELOCIDADES DE ROTACIÓN Y DE TRASLACIÓN

Los puntos de la rueda tienen velocidades que son perpendiculares al radio de giro instantáneo que se mide desde el centro instantáneo (C en el gráfico) hasta el punto.



$$V_B = \omega(2R) = 2V_0$$

$V_0 = \omega R$ $\qquad$ $V_P = 0$

Engeneral: $\omega_A = \omega_P \rightarrow \frac{V_A}{r_A} = \frac{V_P}{r_P}$

ESTÁTICA

EQUILIBRIO MECÁNICO

Estado de un cuerpo cuando está en reposo o tiene velocidad constante (MRU), es decir cuando su velocidad es constante en módulo y dirección (no tiene aceleración).

FUERZA ($\bar{F}$)

Magnitud física vectorial que representa la interacción entre dos cuerpos capaz de cambiar su estado de movimiento.

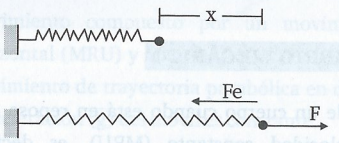
NATURALEZA DE LAS FUERZAS

1. **GRAVITATORIAS:** Fuerzas de atracción que se origina entre dos cuerpos.
2. **ELECTROMAGNÉTICA:** Se originan entre cargas en reposo o movimiento.
3. **NUCLEAR DÉBIL:** Se origina de la desintegración atómica.
4. **NUCLEAR FUERTE:** Mantiene unidas a las partículas subatómicas.

PRINCIPALES FUERZAS

1. **PESO ($\bar{W} = \bar{P}$):** Fuerzas gravitatoria que la Tierra ejerce sobre un cuerpo cercano a ella. Su valor es: W = masa (m) × gravedad (g).
2. **NORMAL ($\bar{N}$):** Es de naturaleza electro magnética y es perpendicular a las superficies de contacto entre los cuerpos.
3. **TENSIÓN ($\bar{T}$):** Es una fuerza electromagnética que se origina en el interior de cuerpos delgados (cables, cuerdas, etc.) se oponen al estiramiento al que es sometido.
4. **COMPRESIÓN ($\bar{C}$):** Se origina en el interior de los cuerpos oponiéndose a la disminución de la longitud del mismo.

FUERZA ELÁSTICA EN RESORTES (Fe):



$$Fe = K\,x$$

K = Constante elástica o de rigidez del resorte.
x = Deformación del resorte.

PRIMERA LEY DE NEWTON

Principio de Inercia:

Todo cuerpo intenta mantener su estado de reposo o movimiento constante mientras ningún agente externo le obligue a cambiar de estado.

TERCERA LEY DE NEWTON

Principio de acción y reacción:

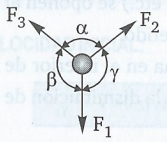
Todo cuerpo que aplica una fuerza a otro; éste le aplica una fuerza con el mismo módulo, la misma dirección pero diferente sentido.

PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

Si un cuerpo se encuentra en equilibrio mecánico, la suma de fuerzas sobre él debe ser cero (vector resultante) y éstas forman un polígono cerrado.

TEOREMA DE LAMY

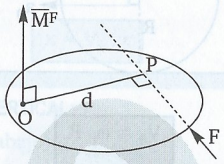
Tres fuerzas de direcciones diferentes que actúan sobre un cuerpo en equilibrio, deben ser coplanares, concurrentes y formar un triángulo cerrado.



$$\frac{F_1}{\operatorname{sen}\alpha} = \frac{F_2}{\operatorname{sen}\beta} = \frac{F_3}{\operatorname{sen}\gamma}$$

MOMENTO DE UNA FUERZA ($\overline{M}$)

O torque, es una magnitud vectorial que mide el efecto de giro que produce una fuerza respecto al eje o punto de giro.



O: Centro de giro. OP: Brazo de palanca.

$$M^F = \pm F.d$$

M^F (+): Cuando el giro es antihorario.

M^F (–): Cuando el giro es horario.

MOMENTO RESULTANTE (M_R)

Es la suma vectorial de los momentos de un grupo de fuerzas con respecto al mismo punto.

$$M^R = M^{F_1} + M^{F_2} + M^{F_3} + \ldots\ldots$$

TEOREMA DE VARIGNON

El momento de la fuerza resultante ($\overline{F}_R$) de un grupo de fuerzas es igual a la suma de los momentos de cada una de ellas, respecto a un punto donde actúan todas ellas.

$$M_O^{F_R} = \sum M_O^{Fuerzas}$$

SEGUNDA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

Para que el cuerpo mantenga el equilibrio de rotación, el momento resultante debe ser nulo.

$$\sum M_O^{Fuerzas} = 0$$

O = Centro de giro.

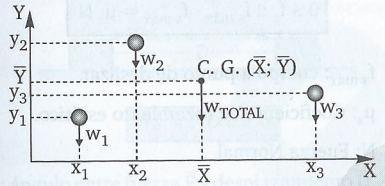
EQUILIBRIO DE UN CUERPO

Para que un cuerpo se encuentre en equilibrio mecánico debe cumplir las dos condiciones de equilibrio.

CENTRO DE GRAVEDAD (C. G.)

Es aquel punto dentro o fuera del cuerpo donde se considera concentrado todo su peso.

UBICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD



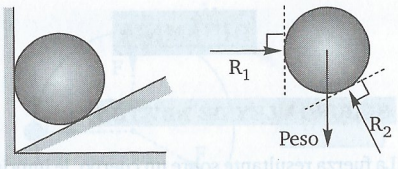
$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i x_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \qquad \overline{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i y_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i}$$

Siendo: $w_1, w_2, w_3 \ldots$ pesos de cada partícula.

* Si las partículas (cuerpos) fueran del mismo material (densidad) los pesos se reemplazan por volúmenes.
* Si los cuerpos son placas homogéneas y uniformes se reemplazan los pesos por áreas.
* Si los cuerpos son alambres homogéneos de sección constante los pesos se reemplazan por longitudes.

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE

Realizar un diagrama de cuerpo libre es aislar imaginariamente a un cuerpo o parte de un sistema y graficar todas las fuerzas ejercidas sobre él por otros cuerpos; una de ellas es la fuerza gravitatoria que pasa por el C. G.



Del gráfico podemos observar que cada una de las paredes ejercen una fuerza de reacción sobre la esfera, además tenemos la fuerza de gravedad que ejerce la Tierra sobre la esfera (Peso).
Para hallar la fuerza resultante hacemos la suma vectorial por el método del polígono.

ESTABILIDAD DE EQUILIBRIO

EQUILIBRIO ESTABLE

Un cuerpo se encuentra en equilibrio estable, si al apartarlo un poco de la posición de equilibrio, la resultante de las fuerzas aplicadas al cuerpo hacen que éste vuelva a la posición de equilibrio, generalmente este equilibrio se muestra por la acción de la fuerza normal de superficies cóncavas lisas sobre cuerpos deslizantes.

EQUILIBRIO INESTABLE

Un cuerpo se encuentra en equilibrio inestable, cuando al desplazarlo un poco de la posición de equilibrio, la resultante de las fuerzas aplicada al cuerpo hacen que éste se aleje de la posición de equilibrio, esto ocurre mayormente en superficies lisas convexas sobre cuerpos deslizantes como esferas, bloques lisos, etc.

EQUILIBRIO ESTABLE

Un cuerpo se encuentra en equilibrio indiferente cuando al variar su posición, ésta seguirá estando en equilibrio. Esto ocurre mayormente en superficies no curvas o rugosas.

DINÁMICA

SEGUNDA LEY DE NEWTON

La fuerza resultante sobre un cuerpo, le imprime una aceleración en la misma dirección y sentido; es proporcional con la fuerza resultante e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

$$\bar{a} = \frac{\bar{F}_R}{m} \rightarrow \bar{F}_R = m\bar{a}$$

donde: $\bar{F}_R$ = Sumatoria de fuerzas.

Además: $\bar{F}_R = \sum F\left(\text{Favor de 'a'}\right) - \sum F\left(\text{Contra de 'a'}\right)$

NOTAS

MOVIMIENTO RECTILÍNEO

$\bar{F}_R$ es la suma de las fuerzas paralelas al movimiento, las fuerzas perpendiculares a esta suman cero.

MOVIMIENTO CIRCULAR

* Fuerza Centrípeta ($\bar{F}_{cp}$)

$$F_{cp} = m\,a_{cp} = m\frac{V^2}{R} = m\,\omega^2 R = \sum F_{Radiales}$$

* Fuerza Tangencial ($\bar{F}_T$)

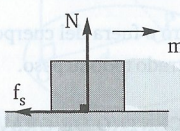
$$F_T = \sum F_{tangentes} = m\,a_T$$

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

El rozamiento se produce en superficies ásperas o rugosas; cuando dos o más de éstas se ponen en contacto y se mueven o están en posible movimiento (conocido comúnmente como a punto de deslizarse.)

ROZAMIENTO ESTÁTICO (f_s):

Se produce cuando dos cuerpos en contacto se encuentran con posible movimiento. La fuerza de rozamiento estática (f_s) se opone al posible movimiento.



$$0 \le f_s \le f_{s\,máx.} \quad f_{s\,máx} = \mu_s N$$

$f_{s\,máx}$: cuerpo a punto de deslizar.

μ_s: Coeficiente de rozamiento estático.

N: Fuerza Normal

ROZAMIENTO CINÉTICO (f_k):

Se produce cuando los cuerpos se encuentran en movimiento relativo. La fuerza de rozamiento cinética (f_k) es opuesta al movimiento.

$$f_k = \mu_k N$$

μ_k: Coeficiente de rozamiento cinético.

* μ_s y μ_k dependen de la naturaleza de los cuerpos; pero siempre cumple: $\mu_s > \mu_k$
* Reacción Total (R) es resultante de la normal y la fuerza de rozamiento aplicada.

ALGUNOS COEFICIENTES DE ROZAMIENTO

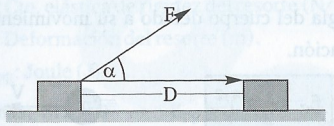
SUPERFICIES EN CONTACTO	ms	mk
Cobre sobre acero.	0,53	0,36
Acero sobre acero.	0,74	0,57
Aluminio sobre acero.	0,61	0,47
Caucho sobre concreto.	1,00	0,80
Madera sobre madera.	0,25 – 0,5	0,20
Madera encerada sobre nieve húmeda.	0,14	0,10
Teflón sobre teflón.	0,04	0,04

TRABAJO MECÁNICO – POTENCIA

TRABAJO MECÁNICO (W)

Es una magnitud física escalar que nos mide la capacidad de la fuerza aplicada a un objeto para imprimirle movimiento.

TRABAJO DE UNA FUERZA CONSTANTE



$$W_F = F\,D\cos\alpha$$

α: ángulo entre fuerza $\bar{F}$ y desplazamiento $\bar{D}$.

UNIDADES (S.I.)

Joule (J) = Newton (N) × metro (m).

CASOS:

1. Si $\alpha = 0^o \rightarrow \bar{F}$ y $\bar{D}$ son de la misma dirección y sentido.

$$W_F = +F\,D$$

2. Si $\alpha = 180^o \rightarrow \bar{F}$ y $\bar{D}$ son de direcciones opuestas.

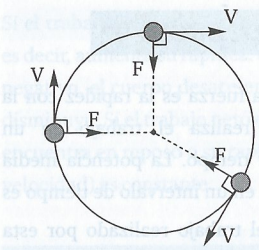
$$W_F = -F\,D$$

3. Si $\alpha = 90^o \rightarrow \bar{F}$ y $\bar{D}$ son perpendiculares.

$$W_F = 0$$

TRABAJO DE UNA FUERZA VARIABLE

1. **Fuerza perpendicular a la dirección del movimiento (velocidad):**



$$W_F = 0$$

2. **Fuerza tangente a la trayectoria curva y de magnitud constante:**

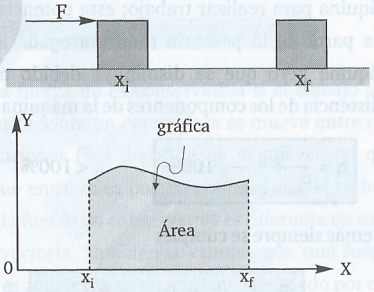
$$W_F = \pm F\,S$$

S: Longitud de arco.

(+): Fuerza a favor.

(–): Fuerza en contra.

3. **Fuerza que varía sólo en magnitud (módulo):**



$$W_F = \text{Área}$$

TRABAJO NETO TOTAL

Es el trabajo que realiza la fuerza resultante sobre un cuerpo y es igual a la suma escalar (algebraica) de los trabajos de cada una de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

$$W_{Neto} = W_{FR} = \sum W(\text{Fuerzas})$$

POTENCIA (P)

La potencia de una fuerza es la rapidez con la cual esta fuerza realiza el trabajo en un momento dado de tiempo. La potencia media "P_m" de una fuerza en un intervalo de tiempo es la relación entre el trabajo realizado por esta fuerza en dicho intervalo y el tiempo dado.

$$P = \frac{\text{Trabajo realizado (W)}}{\text{Tiempo empleado (t)}}$$

Unidades (S. I.):

Watt (w) = Joule (J) × segundo (s)

Caballo Fuerza (HP) = 746 w.

EFICIENCIA DE UNA MÁQUINA (η)

Conocida como rendimiento; está determinada por el total de potencia útil que emplea una máquina para realizar trabajo; esta potencia es una parte de la potencia total entregada a la máquina pero que se disminuye debido a la resistencia de los componentes de la máquina.

$$\eta = \frac{P_{útil}}{P_{entregada}} \times 100\% \qquad \eta < 100\%$$

Además siempre se cumple:

$$P_{entregada} = P_{útil} + P_{perdida}$$

OBSERVACIONES

UNIDADES COMERCIALES DE POTENCIA

* Kilowatt – hora.
* Caballo Fuerza (Horse Power – H. P.)
* Caballo Vapor (C. V.)

EQUIVALENCIAS

1kW = 1000 W 1 C. V. = 735 W

1 kW – h = $3{,}6 \times 10^6$ joule.

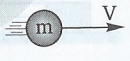
ENERGÍA MECÁNICA

Es una magnitud escalar, indica la capacidad de uno o varios cuerpos de realizar trabajo, por ello se dice que el trabajo es solo intercambio de energía; además tienen las mismas unidades en el Sistema Internacional: Joule (J).

ENERGÍA CINÉTICA (E_C)

Energía del cuerpo debido a su movimiento de traslación.

$$E_C = \frac{1}{2} m V^2$$



UNIDADES (S. I.):

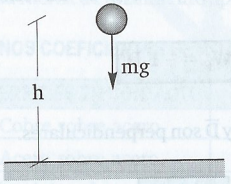
m: masa (Kg) V: velocidad (m/s)

E_C: Joule (J)

Además: si $V = 0 \rightarrow E_C = 0$

ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA (E_{PG})

Es aquella forma de energía que tiene un cuerpo que depende de la posición mutua entre él y la Tierra, así como la atracción que existe entre ellos (gravedad).



$$E_{PG} = m g h$$

UNIDADES (S. I.):

m: masa (Kg) g: gravedad (m/s^2)

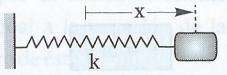
h: Altura (m) E_{PG}: Joule (J)

Además: Si $h = 0 \rightarrow E_{PG} = 0$

ENERGÍA POTENCIAL ELÁSTICA (E_{PE})

Energía de los cuerpos elásticos que se origina cuando queremos deformarlos, depende de la naturaleza de cada resorte.

$$E_{PE} = \frac{1}{2} k x^2$$



UNIDADES (S. I.):

k: Cte. elástica de rigidez del resorte (N/m)

x: Deformación del resorte (m).

E_{PE}: Joule (J)

Además: Si $x = 0 \rightarrow E_{PE} = 0$

ENERGÍA MECÁNICA (E_m)

Es la suma de las energías cinética y potencial que posee el cuerpo en un punto del recorrido que realiza.

La energía potencial (E_P) es la suma de la potencial gravitatoria y la elástica (si hay resorte).

$$E_m = E_C + E_{PG} + E_{PE}$$

TEOREMA DEL TRABAJO Y ENERGÍA MECÁNICA

El trabajo neto realizado sobre un cuerpo rígido es igual a la variación de su energía cinética.

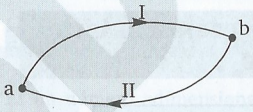
$$W_{neto} = E_{c\,final} - E_{C\,inicial}$$

Si el trabajo neto W_{neto} o total es la suma de los trabajos de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es igual al trabajo que realiza la fuerza resultante. El trabajo neto es cero si el cuerpo realiza MRU

Si el trabajo neto es positivo, el cuerpo acelera, es decir, aumenta su rapidez. Si el trabajo neto es negativo, el cuerpo desacelera, o sea su rapidez disminuye. Si el trabajo neto es cero, el cuerpo se encuentra en reposo o su rapidez (módulo de su velocidad) es constante.

FUERZAS CONSERVATIVAS

Es la fuerza que realiza trabajo sobre un cuerpo, este trabajo solo depende de los puntos inicial y final más no de la trayectoria. También cumple en el caso de que el trabajo realizado en un viaje de ida y vuelta es cero.



$$W_{ab} + W_{ba} = 0$$

$$W_{ab} = -W_{ba}$$

FUERZAS NO CONSERVATIVAS

Una fuerza no es conservativa si el trabajo que realiza sobre un cuerpo que se mueve entre dos posiciones fijas depende de la trayectoria que sigue entre tales posiciones, es decir, el trabajo de la fuerza no conservativa es diferente en cada trayectoria. También se cumple que una fuerza no es conservativa si el trabajo efectuado por ella sobre un cuerpo que se mueve en un viaje cual quiera de ida y vuelta no es cero.

OBSERVACIÓN

PRINCIPALES FUERZAS CONSERVATIVAS:

1. La gravedad o peso del cuerpo.
2. Fuerza elástica del resorte.
3. Fuerzas eléctricas.
4. Fuerzas magnéticas.

PRINCIPAL FUERZA NO CONSERVATIVA:

* Fuerza de rozamiento.

TRABAJO DEL PESO DE UN CUERPO

Es el trabajo realizado por la fuerza de gravedad, la cual se da en dos casos:

1. **Ascenso:** Es decir cuando la altura final (h_f) es mayor que la altura inicial (h_i), se cumple:

$$W_{Peso} = -mg(h_f - h_i) \rightarrow W \text{ es negativo.}$$

2. **Descenso:** Es decir cuando la altura final (h_f) es menor que la altura inicial (h_i), se cumple:

$$W_{peso} = mg(h_i - h_f) \rightarrow W \text{ es positivo.}$$

TRABAJO DE LA FUERZA ELÁSTICA DE UN RESORTE

$$W_{FE} = -\left(E_{PE_F} - E_{PE_i}\right)$$

$$W_{FE} = -\left(\frac{1}{2}kx_F^2 - \frac{1}{2}kx_i^2\right)$$

Donde: x_i y x_F son las deformaciones inicial y final del resorte.

TEOREMA DEL TRABAJO Y DE LA ENERGÍA MECÁNICA

$$W_{FNC} = E_{mf} - E_{mi}$$

E_{mi}, E_{mf}: Energía mecánica inicial y final.

W_{FNC}: Trabajo total de fuerzas no conservativas.

Si: $W_{FNC} = 0 \rightarrow E_{mi} = E_{mf}$

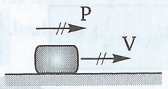
PRINCIPIO DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

La energía total del universo es constante. La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma, solo actúan fuerzas conservativas.

CANTIDAD DE MOVIMIENTO ($\vec{P}$)

Es una magnitud vectorial proporcional a la velocidad del cuerpo, tiene la misma dirección y sentido de esta.

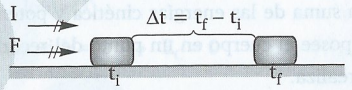
$$\vec{P} = m\vec{V}$$



Unidad (S. I.):
masa(Kg) × velocidad(m/s)

IMPULSO

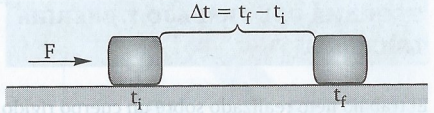
Es una magnitud vectorial proporcional a la fuerza aplicada a un cuerpo, tiene la misma dirección y sentido de esta.

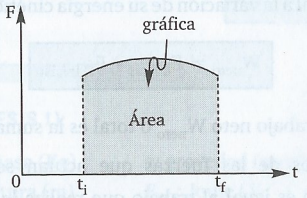


$$\vec{I} = \vec{F}\Delta t = \vec{F}(t_f - t_i)$$ $\vec{F}$: constante

Unidad (S. I.): Fuerza(N) × Tiempo(s) = N . s

Si $\vec{F}$ varía solo en módulo.





$$I_{Fuerza} = \text{Área}$$

TEOREMA DEL IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

$$\vec{I}_{FR} = \Delta\vec{P} = \vec{P}_f - \vec{P}_i$$

El impulso ejercido por la fuerza resultante sobre un cuerpo es igual a la variación de la cantidad de movimiento de éste.

CANTIDAD DE MOVIMIENTO PARA UN SISTEMA FÍSICO (P_S)

Es la suma vectorial de las cantidades de movimiento de cada uno de los cuerpos que forman el sistema. Sea "n": Cuerpos que forman el sistema.

$$\vec{P}_S = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + ... + \vec{P}_n$$

CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Si sobre un cuerpo o sistema la fuerza resultante es nula, la cantidad de movimiento del sistema no varía. Luego:

$$\vec{P}_{S\ inicial} = \vec{P}_{S\ final}$$

La fuerza resultante sobre un sistema es la suma de las fuerzas externas que ejercen otros cuerpos sobre los cuerpos que forman el sistema. Las fuerzas internas que se aplican a los cuerpos que pertenecen al sistema no se consideran porque son fuerzas de acción y reacción que se anulan para el sistema.

NOTA

Cuando un fenómeno dura tiempos muy pequeños, se conserva la cantidad de movimiento de los cuerpos del sistema.
Ejemplo: Explosión, choques, etc.

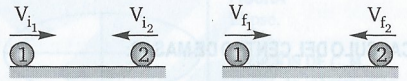
CHOQUES O COLISIONES

Son aquellas interacciones que se producen entre dos o más cuerpos cuando se ponen en contacto durante un tiempo muy pequeño en donde aparecen fuerzas de acción y reacción de valores intensos. En todo choque se conserva la cantidad de movimiento del sistema de los cuerpos que impactan.

Los choques son unidimensionales o frontales cuando los cuerpos antes y después del impacto se mueven en la misma dirección. Los choques son oblicuos cuando los cuerpos antes o después del impacto se mueven en direcciones diferentes.

COEFICIENTE DE RESTITUCIÓN (e)

Es un número adimensional que nos indica la relación entre el módulo de la velocidad relativa de alejamiento después del choque y la velocidad relativa de acercamiento antes del choque.



Antes del choque Después del choque

$$e = \frac{V_{f_2} - V_{f_1}}{V_{i_1} - V_{i_2}}$$ $0 \le e \le 1$

Cada velocidad con signo.

TIPOS DE CHOQUES

CHOQUES ELÁSTICOS (e = 1)

Se caracteriza porque los cuerpos después del impacto no quedan deformados. Se conserva la energía mecánica (cinética mayormente) del sistema de cuerpos sólo durante el choque.
Ejemplo: Pelotas de jebe o de plástico que chocan entre sí o contra una superficie dura.

CHOQUES INELÁSTICOS (0 < e < 1)

Los cuerpos después del choque quedan deformados y no se conserva la energía cinética de los cuerpos durante el choque.

Ejemplos: Canicas de vidrio que chocan entre sí muy fuerte o contra una superficie dura; también es el caso de choque frontal de autos.

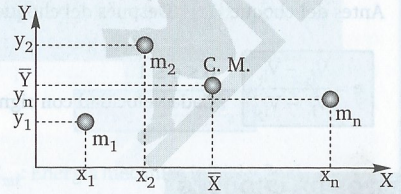
CHOQUES PLÁSTICOS O COMPLETAMENTE INELÁSTICOS (e = 0)

Se caracteriza porque los cuerpos después del choque quedan unidos y se mueven juntos con la misma velocidad. **Ejemplo**: Choques de autos de tamaños considerablemente mayores (Camión con taxi, trailer con combi, etc.)

CENTRO DE MASA (C. M.)

Para un sistema de partículas o cuerpos, el C. M. es el punto donde se considera concentrada la masa total del sistema, así como las fuerzas externas aplicadas a dicho punto.

CALCULO DEL CENTRO DE MASAS:



$$\overline{X} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + \ldots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots + m_n}$$

También:

$$\overline{Y} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3 + \ldots + m_n y_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots + m_n}$$

Donde:

$m_1, m_2, \ldots, m_n$: Masas de cuerpos del sistema.

$x_1, x_2, \ldots, x_n$: Abscisas de los cuerpos del sistema.

$y_1, y_2, \ldots, y_n$: Ordenadas de los cuerpos del sistema.

$\overline{X}, \overline{Y}$: Son coordenadas del centro de masas.

CENTRO DE MASA Y MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN

La cantidad de movimiento total de un sistema de partículas es igual al producto de la masa total (M) por la velocidad del centro de masa del sistema.

$$M\,\overline{V}_{cm} = m_1\overline{V}_1 + m_2\overline{V}_2 + m_3\overline{V}_3 + \ldots\ldots + m_n\overline{V}_n$$

$$M\,\overline{V}_{cm} = \overline{P}_s$$

NOTAS:

(*) Si $\overline{P}_s$ = cte. ⇒ se cumple que el centro de masa se mueve a velocidad constante.

(*) Si $\overline{P}_s = 0$ ⇒ se cumple que el centro de masa esta en reposo.

OBSERVACIÓN

Cuando los cuerpos son de dimensiones pequeñas, el centro de masa coincide con el centro de gravedad.

* Para barras homogéneas, su centro de masas es su punto medio.

* Para láminas y cuerpos homogéneos, su centro de masas es el centro geométrico.

NOTAS:

1. La cantidad de movimiento del sistema de cuerpos es igual al producto de la masa del sistema por la velocidad del centro de masas del sistema.

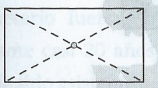
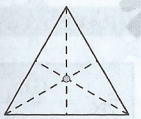
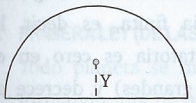
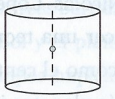
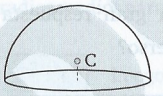
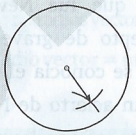
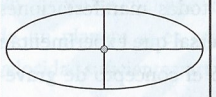
$$\overline{P}_S = M\,\overline{V}_{cm}$$

M = Masa total del sistema.

2. Si la fuerza resultante sobre el sistema es nula, entonces: $\overline{P}_S$ no varía y C. M. no se mueve o es constante.

3. Para cuerpos geométricos regulares de 2 o 3 dimensiones (cuadrado, cubo, esfera, etc); su centro de masa coincide con el centro geométrico.

CENTRO DE MASAS DE ALGUNAS FIGURAS

	**FIGURA** Lámina Rectangular. **POSICIÓN DE C. M.** Punto de intersección de las diagonales.
	**FIGURA** Lámina Triangular. **POSICIÓN DE C. M.** Baricentro Geométrico de la lámina.
	**FIGURA** Lámina Semicircular. **POSICIÓN DE C. M.** distancia $Y = \frac{4R}{3\pi}$
	**FIGURA** Cilindro Recto. **POSICIÓN DE C. M.** Punto medio de la generatriz.
	FIGURA Cono Recto. **POSICIÓN DE C. M.** 1/4 de la altura de la generatriz (h).
	**FIGURA** Semiesfera (Hemisferio). **POSICIÓN DE C. M.** 3/8 del radio de la figura (Punto C).
	**FIGURA** Esfera. **POSICIÓN DE C. M.** Centro geométrico de la figura.
	**FIGURA** Elipse. **POSICIÓN DE C. M.** Punto de intersección de los ejes.

GRAVITACIÓN UNIVERSAL

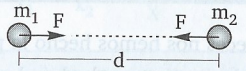
Muchas veces nos hemos hecho la pregunta, ¿por qué los cuerpos soltados desde cierta altura se precipitan a tierra? o ¿por qué la Luna se mantiene en órbita alrededor de la Tierra? o ¿por qué los planetas se mueven alrededor del Sol? Todas estas preguntas tienen hoy en día una respuesta satisfactoria gracias a la Ley Universal de la Gravitación.

Fue alrededor del año 1600 d.C. cuando un joven estudiante polaco Nicolás Copérnico tuvo la audacia de establecer una teoría en la cual se considera al Sol como el centro de nuestro sistema, y los demás planetas incluido la Tierra orbitando alrededor de él. La teoría de Copérnico no era del todo satisfactoria, ya que él sólo aceptaba como trayectoria para los planetas una circunferencia y eso hacia que su teoría tenga muchas limitaciones, pero estableció las bases para que luego Johannes Kepler y posteriormente don Isaac Newton dieran la gran respuesta a: ¿Cómo funciona el Universo?

LEY DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL

Muchas veces pensamos que fue Newton quien estableció el concepto de gravedad, pero antes de Newton ya se conocía el concepto de gravedad. El gran acierto de Newton fue establecer que los cuerpos que se precipitaban a Tierra, la Luna orbitando alrededor del Sol, son todas manifestaciones de una atracción universal que experimentan los cuerpos. ¡Extendió el concepto de gravedad a todo el Universo!

Dos partículas del universo se atraen con fuerzas de la misma intensidad o módulo pero con direcciones opuestas.

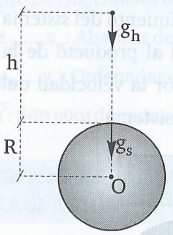


$$F = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

G = Constante de gravitación universal.

$$G = 6{,}67 \times 10^{-11} \frac{N \times m^2}{kg^2}$$

ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD (g)



A una altura "h"

$$g_h = \frac{G\,M}{(R+h)^2}$$

En la superficie del planeta:

$$g_s = \frac{G\,M}{R^2}$$

En el interior del planeta:

$$g = \frac{G\,M}{R^3} \times d$$

d: distancia del centro del planeta al punto donde se calcula "g".

El peso de un cuerpo de masa "m" es la fuerza de gravedad que aplica el planeta a un cuerpo que se encuentra en sus cercanías. Señala hacia el centro del planeta.

$$\overline{W} = m\,\overline{g}$$

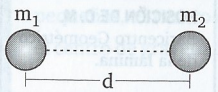
A una altura "h" de la superficie del planeta es:

$$W = m\,g_h$$

En la superficie:

$$W = m\,g_s$$

ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA



$$E_{PG} = -\frac{G m_1 m_2}{d}$$

La energía potencial gravitatoria es negativa para cualquier distancia finita, es decir, la energía potencial gravitatoria es cero en el infinito (distancia muy grandes) y decrece al reducirse la distancia de separación.

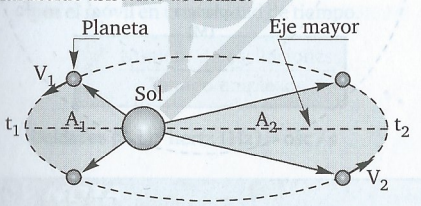
OBSERVACIÓN

La fórmula de la energía potencial común $E_{PG} = m\,g\,h$; no se aplica a problemas del tipo gravitacional; está se usa solo cuando el peso es constante y cuando la altura "h" es pequeña comparada con el Radio de la Tierra; es decir, cuando el cuerpo de masa "m" se encuentra cerca a la superficie de la Tierra.

MOVIMIENTO PLANETARIO

Los primeros intentos para explicar la mecánica planetaria lo realizó Ptolomeo, que elaboró su teoría geocéntrica que sostiene que la Tierra se encuentra estacionaria en el Universo, mientras los planetas, el Sol y la Luna giraban en torno a ella. Luego en el siglo XVI Copérnico propuso su teoría Heliocéntrica en el que el Sol era el centro del Sistema Solar y los planetas giraban en torno al Sol, incluida la Tierra.

La controversia de las dos teorías sirvió para que los astrónomos obtengan datos de observación más precisas. Tales datos fueron recopilados por Tycho Brahe. Sus datos sobre el movimiento planetario fueron analizados e interpretados durante casi 20 años por Johannes Kepler que había sido asistente de Brahe.



LEYES DE KEPLER

1. **PRIMERA LEY (DE LAS ÓRBITAS):**
   Todo planeta se mueve alrededor del Sol formando una trayectoria elíptica, el Sol se encuentra en uno de los focos de la elipse.

2. **SEGUNDA LEY (DE LAS ÁREAS):**
   Las áreas barridas por el radio vector que une al Sol y el planeta son proporcionales a los tiempos empleados.

$$\frac{A_1}{t_1} = \frac{A_2}{t_2} \qquad \text{Si: } t_1 = t_2 \rightarrow A_1 = A_2$$

3. **TERCERA LEY (DE LOS PERÍODOS):**
   El cuadrado del período de los planetas son directamente proporcionales al cubo de los radios medios para que se quede en órbita.

$$T^2 : r^3 \qquad \text{Luego: } \frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3} = \text{constante}$$

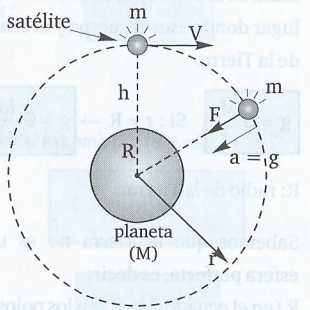
Donde:

$r_1; r_2$: radios vectores medios del planeta al Sol.

Radio vector = mitad del eje mayor de elipse.

MOVIMIENTO DE LOS SATÉLITES

Un cuerpo de cualquier masa puede ser satélite de un planeta si es que se le transmite una velocidad suficiente para orbitar.



$$F = F_{\text{centrípeta}}$$

$$V = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

Si el satélite se lanza en las vecindades de la superficie del planeta $\Rightarrow$ h = 0. Luego:

$$V = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

Si el planeta es la Tierra reemplazando los valores de G, M y R se obtiene:

* G: constante = $6{,}67 \times 10^{-11} \frac{N.m^2}{Kg^2}$
* M: masa = $5{,}97 \times 10^{24}$ kg.
* R: radio = $6{,}37 \times 10^{6}$ m.

Se obtienen:

$$V = 7{,}9 \times 10^3 \text{ m/s} = 28\,000 \text{ km/h} \approx 8 \text{ km/s}.$$

V es la velocidad horizontal que hay que comunicar a un cuerpo junto a la superficie de la Tierra para que se convierta en su satélite y describa una órbita circular.

OBSERVACIONES

1. Calculo de la gravedad conociendo la masa de la Tierra y la distancia "r" del lugar donde esta el cuerpo y el centro de la Tierra.

   $g = G\frac{M}{r^2}$ Si : r = R $\rightarrow$ $g = G\frac{M}{R^2}$

   R: radio de la Tierra.

2. Sabemos que la Tierra no es una esfera perfecta, es decir:
   R (en el ecuador) > R (en los polos)
   Luego: g (polos) < g (ecuador)

3. g = 9,8 m/s^2 es gravedad media.

PERÍODO DEL SATÉLITE (T)

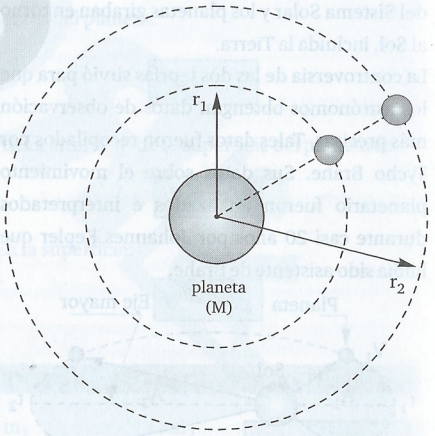
Se sabe: V = ω (R + h), reemplazando en la ecuación de la velocidad suficiente.

$$V = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{GM}{(R+h)^3}}$$

En el movimiento circular uniforme: $2\pi = \omega T$ y tomando el radio del satélite = R + h = r

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

LEY DE PERÍODOS PARA SATÉLITES



$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{r_1^3}{GM}} \quad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{r_2^3}{GM}}$$

Dividiendo:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$$

MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE (MAS)

Es aquel movimiento rectilíneo oscilatorio (vibratorio) y periódico en el cual la aceleración del móvil es directamente proporcional a la distancia desde el móvil a la posición de equilibrio (P. E.) hacia donde señala el vector desplazamiento.

COMPONENTES DEL MAS

1. **ELONGACIÓN (X):**
   Es el vector desplazamiento cuya longitud es la distancia del móvil al P. E. La elongación máxima lleva el nombre de amplitud (A).

2. **OSCILACIÓN COMPLETA:**
   Movimiento de ida y vuelta a la posición inicial.

3. **PERÍODO (T):**
   Tiempo empleado por el móvil para realizar una oscilación completa.

4. **FRECUENCIA (f):**
   Número de oscilaciones completas hechas por el móvil en una unidad de tiempo.

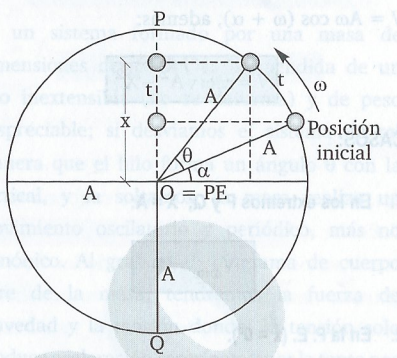
   $$f = \frac{\text{Número de oscilaciones}}{\text{Tiempo empleado}}$$

   Unidades (S. I.): hertz (Hz) = osc / s

NOTA

Toda partícula que desarrolla o realiza un movimiento circular uniforme (MCU), su proyección sobre cualquier diámetro realiza un movimiento armónico simple (MAS).

CINEMÁTICA DEL MAS



Donde:

t = Tiempo empleado desde el punto inicial.
α = ángulo de fase inicial (t = 0).
$\alpha + \theta$ = ángulo de fase en un tiempo "t".
A = amplitud.
ω = frecuencia angular.

ELONGACIÓN (X):

$$X = A \text{ sen } (\theta + \alpha)$$

$$X = A \text{ sen } (\omega t + \alpha)$$

Además : $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

CASOS:

1. **Parte del extremo (P): ($\alpha = \pi/2$)**

   $$X = A \text{ sen}\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

   $$X = A\cos(\omega t)$$

2. **Parte de la P. E. ($\alpha = 0°$):**

   $$X = A \text{ sen } (\omega t)$$

VELOCIDAD (V):

$V = A\omega \cos(\omega + \alpha)$, además:

$$V = \pm \omega\sqrt{A^2 - X^2}$$

CASOS:

1. **En los extremos P y Q; X = A:**

$$V_{mín.} = 0$$

2. **En la P. E. (x = 0°):**

$$V_{máx.} = \omega A$$

ACELERACIÓN (a):

$$a = -\omega^2 A \operatorname{sen}(\omega t + \alpha)$$

$$a = -\omega^2 X$$

CASOS:

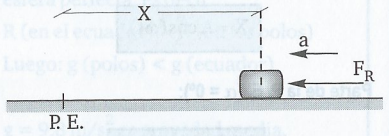
1. **En los extremos P y Q; X = A:**

$$a_{máx.} = \omega^2 A$$

2. **En la P. E. (x = 0°):**

$$a_{mín.} = 0$$

DINÁMICA DEL MAS



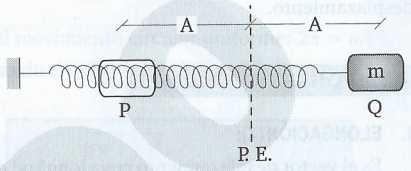
Aplicando la Segunda ley de Newton tenemos:

$F_R = ma$ $\qquad$ $F_R = m(-\omega^2 X)$

En la P. E.: $x = 0 \rightarrow F_R = 0$

OSCILADOR MECÁNICO

Formado por un cuerpo unido a un resorte que realiza un MAS.



FÓRMULAS BÁSICAS

1. **Frecuencia Angular (ω):**

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

2. **Período (T):**

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

3. **Frecuencia (f):**

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Donde: k = Constante de deformación del resorte

CONSERVACIÓN DE LA E_m EN EL MAS

$E_m = \frac{1}{2}kA^2$ y también: $E_m = E_C + E_{PE}$

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kX^2$$

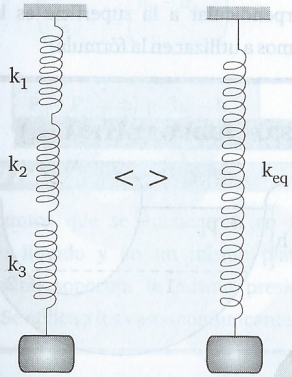
ASOCIACIÓN DE RESORTES

1. **EN SERIE:**

Cada resorte soporta la misma fuerza.

Sabemos: x: deformación del resorte.

K: Constante de elasticidad.

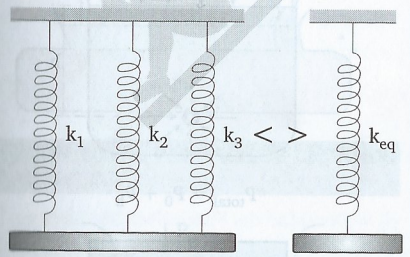


$$x_{eq} = x_1 + x_2 + x_3$$

$$\frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3}$$

2. **EN PARALELO:**

Cada resorte sufre la misma deformación.



$$x_{eq} = x_1 = x_2 = x_3$$

$$k_{eq} = k_1 + k_2 + k_3$$

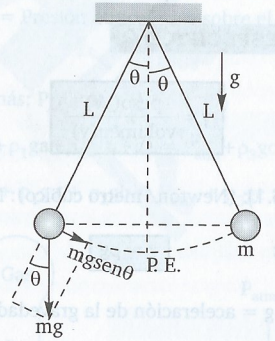
PÉNDULO SIMPLE

Es un sistema formado por una masa de dimensiones despreciables, suspendida de un hilo inextensible (no se deforma) y de peso despreciable; si desviamos el sistema de tal manera que el hilo forma un ángulo θ con la vertical, y la soltamos, la masa realiza un movimiento oscilatorio y periódico, más no armónico. Al graficar el diagrama de cuerpo libre de la masa, tendremos la fuerza de gravedad y la tensión donde; la tensión solo produce aceleración centrípeta y por lo tanto nos asegura un movimiento circular, mientras que la fuerza de gravedad se descompone en una tangencial (fuerza recuperadora) y otra radial.

$$F = -mg\operatorname{sen}\theta$$

Para considerar este movimiento un MAS es necesario que $\operatorname{sen}\theta \approx \theta$; es decir:

$$0 < \theta \leq 10°$$



Período (T): $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

Frecuencia (f): $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$

MECÁNICA DE FLUIDOS

ESTÁTICA DE FLUIDOS

FLUIDO

Estado de la materia en el que su forma no es definida; sino que se adapta al recipiente que lo contiene, pertenecen a este estado los líquidos (fluidos incompresibles, gran resistencia a cambios de volumen, no pueden modificarse por compresión) y los gases (fluidos que pueden modificarse, compresibles).

La estática de fluidos o **HIDROSTÁTICA** estudia el comportamiento de los fluidos en reposo, principalmente los líquidos.

DENSIDAD (ρ = D)

$$\rho = \frac{\text{masa(m)}}{\text{volumen(v)}}$$

Unidad (S. I.): (kilogramo/ metro cúbico): kg/m^3

PESO ESPECÍFICO (γ)

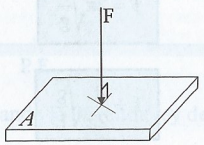
$$\gamma = \frac{\text{peso(W)}}{\text{volumen(v)}}$$

Unidad (S. I.): (Newton/ metro cúbico): N/m^3

Además: $\gamma = \rho g$

Donde: g = aceleración de la gravedad.

PRESIÓN (P)

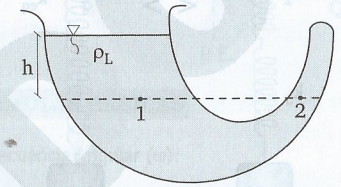


$$P = \frac{F}{A}$$

Unidad (S. I.): Pascal (Pa) = N/m^2

> **NOTA**
>
> La fuerza F debe ser perpendicular a la superficie, caso contrario, descomponer en forma rectangular y la componente perpendicular a la superficie es la que vamos a utilizar en la fórmula.

PRESIÓN HIDROSTÁTICA (P_h)

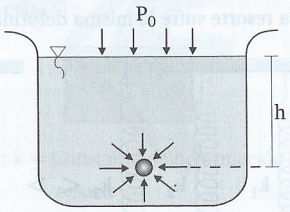


$$P_h = P_1 = P_2 = \rho_L g h = \gamma_L h$$

ρ_L = Densidad del líquido.

γ_L = Peso específico del líquido, g = 9,8 m/s^2.

PRESIÓN TOTAL O ABSOLUTA



$$P_{total} = P_0 + P_h$$

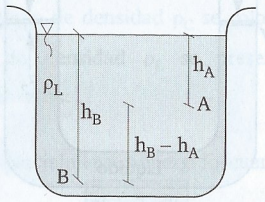
$$P_{total} = P_0 + \rho_L g h$$

P_0 = Presión externa sobre el líquido

ρ_L = Densidad del líquido.

g = aceleración de la gravedad.

LEY FUNDAMENTAL DE HIDROSTÁTICA

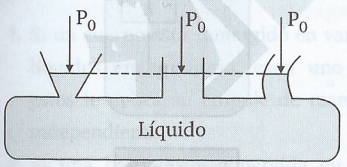


$$P_B - P_A = \rho_L g (h_B - h_A)$$

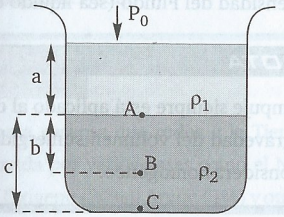
> **NOTA**
>
> Los puntos que se encuentran en un mismo líquido y en un mismo plano horizontal soportan la misma presión total. Se aplica a los vasos comunicantes.

VASOS COMUNICANTES

Si un mismo líquido se vierte en vasos de distinta forma, éste alcanza la misma altura si la presión externa (P_0) sobre el líquido en cada vaso tiene igual valor, está presión externa se puede considerar la presión atmosférica.



PRESIÓN TOTAL PARA VASOS LÍQUIDOS NO MISIBLES



$P_A = P_0 + \rho_1 g a$

$P_B = P_0 + \rho_1 g a + \rho_2 g b$

$P_C = P_0 + \rho_1 g a + \rho_2 g c$

Donde:

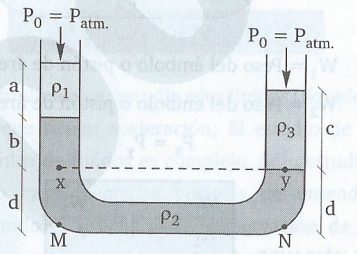
ρ_1 y ρ_2 son densidades de los líquidos.

$\rho_2 > \rho_1$, líquido más denso va al fondo.

PARA VASOS COMUNICANTES

CASOS

1.



Sabemos que: $P_x = P_y$

$$P_{atm} + \rho_1 g a + \rho_2 g b = P_{atm} + \rho_3 g c$$

Donde:

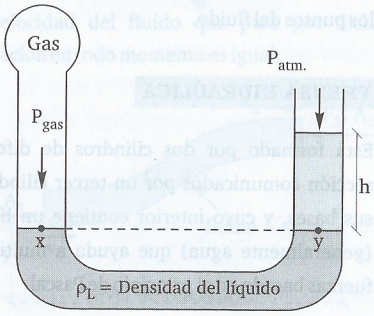
P_{atm} = Presión atmosférica sobre el líquido.

Además: $P_M = P_N$

$P_{atm} + \rho_1 g a + \rho_2 g (b+d) = P_{atm} + \rho_3 g c + \rho_2 g d$

$P_{atm} + \rho_1 g a + \rho_2 g b = P_{atm} + \rho_3 g c$

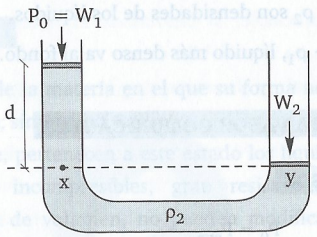
2.



Se cumple: $P_x = P_y$

$$P_{gas} = P_{atm} + \rho_L gh$$

3. $P_0 = W_1$



W_1 = Peso del émbolo o pistón de área A_1.

W_2 = Peso del émbolo o pistón de área A_2.

$$P_x = P_y$$

$$\frac{W_1}{A_1} + \rho_L g\, d = \frac{W_2}{A_2}$$

Si d = 0, los émbolos se encuentran a la misma altura.

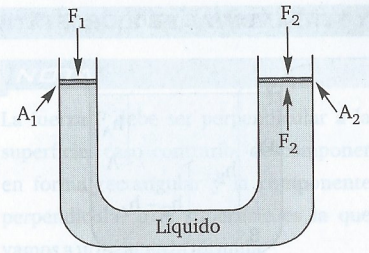
Entonces: $$\frac{W_1}{A_1} = \frac{W_2}{A_2}$$

PRINCIPIO DE PASCAL

Todo líquido o gas en equilibrio transmite con igual valor la presión que se le comunica a todos los puntos del fluido.

PRENSA HIDRAÚLICA

Está formado por dos cilindros de diferente sección comunicados por un tercer cilindro en sus bases, y cuyo interior contiene un líquido (generalmente agua) que ayuda a multiplicar fuerzas basado en el principio de Pascal.



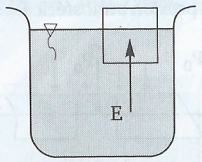
$$\Delta P_1 = \Delta P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Considera el peso de los émbolos despreciables.

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Si un cuerpo está sumergido de manera parcial o total en un líquido o gas en equilibrio, dicho líquido o gas le aplica al cuerpo una fuerza total vertical y hacia arriba, llamada **FUERZA DE EMPUJE (E)** y cuyo valor es igual al peso del líquido desalojado o gas desalojado.



$$E = \rho_F\, g\, V_S$$

V_S = Volumen sumergido.

ρ_F = Densidad del Fluido (sea líquido o gas).

NOTA

El empuje siempre está aplicado al centro de gravedad del volumen sumergido que se considera homogéneo.

FLOTACIÓN DEL CUERPO

Si un cuerpo de densidad ρ_C se coloca en un líquido de densidad ρ_L se presentan los siguientes casos:

1. Flota parcialmente sumergido, cuando:
$$\rho_C < \rho_L$$
2. Flota totalmente sumergido, cuando:
$$\rho_C = \rho_L$$
3. Se sumerge hasta el fondo del recipiente, cuando:
$$\rho_C > \rho_L$$

PESO APARENTE DE UN CUERPO (W_{ap})

Sumergido en un líquido: $W_{real} = mg$

$$W_{ap} = W_{real} - E$$

OBSERVACIONES

1. Si un cuerpo está sumergido en varios líquidos en equilibrio, cada uno de estos le aplica su empuje de manera independiente.
2. Si una barra está sumergida en un líquido, el empuje está aplicado en el punto medio de la parte de la barra que está sumergida.

ATMÓSFERA

Es la masa gaseosa que rodea a la Tierra y está conformada por varios gases como el Nitrógeno (78%), Oxígeno (20%), Argón (1%) y otros (1%).

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Es la presión que ejerce la atmósfera (aire), a nivel del mar y en condiciones normales:

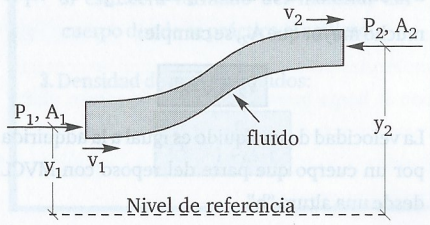
$$P_{atm} = 1{,}013 \times 10^5 \text{ Pa}\ ;$$

basado en la experiencia de Torricelli; además es equivalente a la unidad de presión.

1 atmósfera = 760 mmHg.

DINÁMICA DE FLUIDOS

O Hidrodinámica; estudia a los fluidos (líquido y gas) que tienen aceleración; El estudio de la dinámica de fluidos es complejo. Sólo estudiaremos casos sencillos posibles de entender aplicando el principio de conservación de la energía que recibe el nombre de **ECUACIÓN DE BERNOULLI**, en honor de su descubridor, el científico suizo Daniel Bernoulli. Estudiaremos el caso del flujo en estado estable de fluidos incomprensibles y no viscoso (sin rozamiento). El flujo en estado no viscoso quiere decir que todo punto del fluido en movimiento, tienen igual velocidad al transcurrir el tiempo. Esto no quiere decir que el fluido no tiene aceleración, cada partícula del fluido puede acelerarse al pasar de un punto a otro, sin embargo en una ubicación fija, el módulo, dirección y sentido de la velocidad del fluido que pasa por dicha ubicación en todo momento es igual.



En la figura anterior se muestra la porción de un fluido que se mueve por la sección variable de un conducto (tubo) de la posición (1) hasta la posición (2). La **ECUACIÓN DE BERNOULLI** es:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g y_2$$

Además: $A_1 V_1 = A_2 V_2$

P_1, P_2: presiones sobre el fluido en las secciones de áreas A_1 y A_2.

ρ: densidad del fluido.

V_1, V_2: velocidades de secciones de áreas A_1 y A_2

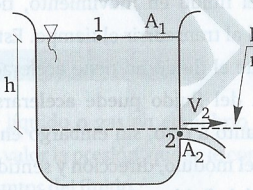
g: Aceleración de la gravedad.

Al producto AV se le denomina caudal y es constante a través de un tubo.

CASO ESPECIAL

Se puede aplicara a casos de orificios hechos en un depósito, a una profundidad "h" por debajo de la superficie del líquido en depósito. Luego:

$$V_1 = \frac{A_2 V_2}{A_1}$$



De la ecuación de Bernoulli, si la presión es igual a la atmosférica en ambos puntos, $y_2 = 0$ y A_1 es mucho mayor que A_2, se cumple:

$$V_2 = \sqrt{2gh}$$

La velocidad de un líquido es igual a la adquirida por un cuerpo que parte del reposo con MVCL desde una altura "h".

TEMPERATURA - DILATACIÓN CALORIMETRÍA

TEMPERATURA

Mide el grado de agitación molecular de un cuerpo o sistema macroscópico.

LEY CERO DE LA TERMODINÁMICA

2 cuerpos en equilibrio térmico con un tercero, están en equilibrio térmico entre si; es decir, tienen la misma temperatura.

ESCALAS DE TEMPERATURA

$$K = °C + 273 \qquad R = °F + 460$$

Donde:

K = Temperatura en Kelvin.

C = Temperatura en grados Celsius.

R = Temperatura en Rankine.

F = Temperatura en grados Fahrenheit.

COMPARACIÓN Y CONVERSIÓN ENTRE ESCALAS.

	°C	°F	K	R
Punto de Ebullición del Agua	100	212	373	672
Punto de Congelación del Agua	0	32	273	492
Cero absoluto	– 273	– 460	0	0

$$\frac{°C}{5} = \frac{°F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5} = \frac{R - 492}{9}$$

VARIACIÓN DE TEMPERATURA

Se define:

$$\Delta T = T_f - T_i$$

Donde: ΔT : Variación de temperatura

T_f : Temperatura final

T_i : Temperatura inicial.

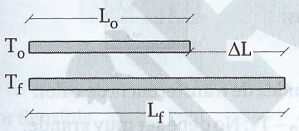
Equivalencias:

$$1\,°C <> 1{,}8\,°F <> 1\,K <> 1{,}8\,R$$

DILATACIÓN

Las dimensiones de los cuerpos aumentan cuando se eleva su temperatura, salvo algunas excepciones. Además si disminuye la dimensión disminuye la temperatura.

DILATACIÓN LINEAL (LONGITUD)



$$\Delta T = T_f - T_o$$

$$\Delta L = L_f - L_o$$

$$\Delta L = \alpha L_o \Delta T$$

$$L_f = L_o (1 + \alpha \Delta T)$$

α = coef. de dilatación lineal del material.

L_f y L_o : Longitudes final e inicial de la barra.

UNIDADES (S. I.): 1/°C; 1/K

DILATACIÓN SUPERFICIAL (ÁREAS)

$$\Delta A = A_f - A_o$$

$$\Delta A = \beta A_o \Delta T$$

$$A_f = A_o (1 + \beta \Delta T)$$

β = coef. de dilatación superficial del material.

A_f y A_o : Áreas final e inicial de la superficie.

Tiene las mismas unidades que α.

DILATACIÓN CÚBICA O VOLUMÉTRICA (VOLUMEN)

$$\Delta V = V_f - V_o$$

$$\Delta V = \gamma V_o \Delta T$$

$$V_f = V_o (1 + \gamma \Delta T)$$

γ = coeficiente de dilatación cúbica del material.

V_f y V_o : Volúmenes final e inicial del cuerpo.

Tiene las mismas unidades que α.

OBSERVACIONES

1. Para un mismo material, si $\alpha < 1$:

$$\beta \approx 2\alpha \quad ; \quad \gamma \approx 3\alpha$$

2. Los agujeros se dilatan o contraen como si estuviera formado del material del cuerpo donde se práctico el agujero.

3. Densidad de gases y líquidos:

$$\rho_F = \frac{\rho_o}{1 + \gamma \Delta t}$$

CALORIMETRÍA

Estudia los fenómenos que produce el calor.

CALOR es energía transferida de un cuerpo a otro debido a la diferencia de temperatura. En la naturaleza, el calor se transmite de mayor a menor temperatura. Se simboliza como Q.

UNIDADES DE CALOR

UNIDADES (S. I.)

* Caloría (cal)
* Kilocaloría (kcal)
* Joule (J)

EQUIVALENCIAS

* 1 kcal = 1 000 cal
* 1 cal = 4,816 Joule
* 1 Joule = 0,24 cal.

FORMAS DE TRANSMISIÓN DE CALOR

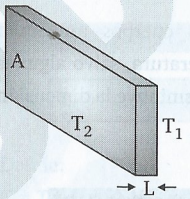
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

En la conducción del calor es transmisión de energía de molécula a molécula de las zonas de mayor temperatura a las zonas de menor temperatura, permaneciendo las moléculas en su posición inicial.

Esto se puede comprobar con un experimento fácil; tomemos una barra metálica y por un extremo la calentamos con ayuda de una vela, al poco tiempo, si tomas la barra por el otro extremo, empezarás a sentir calor. Las moléculas del metal en su extremo en contacto con la llama intensifican su movimiento vibratorio, chocando con las moléculas adyacentes (vecinas) y la velocidad de sus vibraciones también aumenta.

Esto quiere decir; que sube su temperatura, hasta alcanzar el extremo frío de la barra.

Consideremos una lámina (placas) de un material cuya sección transversal tenga un área "A" y cuyo espesor sea "L" y las caras se mantienen a las temperaturas T_1 y T_2. Experimentalmente se demuestra que la cantidad de calor que fluye de manera perpendicular a las caras por unidad de tiempo es proporcional a la variación de sus temperaturas $(T_2 - T_1)$, al área "A" e inversa al espesor "L". Finalmente depende del material de que está construida la placa (K).



$$\frac{Q}{t} = \frac{K A (T_2 - T_1)}{L}$$

K = Conductividad térmica del material.

Además: $H = \frac{Q}{t}$

H: Rapidez de transferencia de calor.

$\Delta T = T_2 - T_1$: No debe ser muy grande.

CONVECCIÓN TÉRMICA

Es aquella forma de transmitir calor de un lugar a otro por transporte de masa, es decir, por el movimiento real de una masa de fluido de un lugar a otro.

En el caso de los líquido (agua mayormente) en un recipiente. Al calentar un líquido por la parte inferior se dilata. La densidad del líquido dilatado es menor que la del frío que se encuentra encima, por lo que el agua caliente asciende.

El agua se desplaza por líneas cerradas, es decir circula. Las capas inferiores de agua caliente ascienden al ser desalojadas por el agua fría. Debido a la circulación toda el agua se calienta en forma uniforme.

RADIACIÓN TÉRMICA

Es aquella forma de transmitir calor de un lugar a otro por radiación (ondas electromagnéticas infrarrojas) de un cuerpo caliente hacia uno de menor temperatura, por un medio material, inclusive por el vacío. El Sol calienta a la Tierra por radiación.

CALOR ESPECÍFICO (Ce)

Característica de cada sustancia cuyo valor nos indica la cantidad de calor que se le debe suministrar o extraer a la unidad de masa, para aumentar o disminuir su temperatura en 1 grado.

$$Ce = \frac{Q}{m \Delta T}$$

Además: $Q = Ce\, m\, \Delta T$

Q = Calor Sensible.

a. Si: $T_f > T_0 \rightarrow Q = (+)$
Calor Ganado o absorbido.

b. Si: $T_f < T_0 \rightarrow Q = (-)$
Calor Perdido o liberado (disipado).

CAPACIDAD CALORÍFICA (C)

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Además: $C = \frac{Ce\, m\, \Delta T}{\Delta T} = m\, Ce$

NOTA

El calor se puede transmitir a través de la conducción por medio de los sólidos en su mayoría, por convección a través de los líquidos y por radiación por medio de ondas electromagnéticas infrarrojas.

CAMBIOS DE FASE O ESTADO

Se puede realizar ganando o perdiendo calor, pero la temperatura permanece constante, la temperatura a la cual la sustancia cambia de fase depende de la presión externa. Estos son:

FUSIÓN: Sólido → Líquido.
SOLIDIFICACIÓN: Líquido → Sólido.
VAPORIZACIÓN: Líquido → Vapor.
CONDENSACIÓN: Vapor → Líquido.
SUBLIMACIÓN DIRECTA: Sólido → Vapor.
SUBLIMACIÓN INVERSA: Vapor → Sólido.

PARA EL AGUA (P = 1 ATMÓSFERA)

$T_{fusión} = T_{solidificación} = 0\,°C$

$T_{vaporización} = T_{condensación} = 100\,°C$

CALOR QUE SE GANA O SE PIERDE EN EL CAMBIO DE FASE

$$Q = m\, L$$

m = masa del cuerpo que cambia de fase.

L = calor latente del cambio de fase del cuerpo.

PARA EL AGUA (P = 1 ATMÓSFERA)

$L_{fusión} = +80$ cal/g

$L_{solidificación} = -80$ cal/g

$L_{vaporización} = L_{ebullición} = +540$ cal/g

$L_{condensación} = -540$ cal/g

CALORÍMETRO

Recipiente aislado térmicamente.

Si en un calorímetro o sistema aislado se encuentran varios cuerpos a diferentes grados de temperatura, se produce transferencia de calor hasta que sus temperaturas queden iguales (Temperatura de equilibrio).

Además: $\Sigma Q = 0$

$$\Sigma Q_{Ganados} + \Sigma Q_{perdidos} = 0$$

$$\Sigma Q_{Ganados} = -\Sigma Q_{perdidos}$$

$$\Sigma Q_{Ganados} = \Sigma |Q_{perdidos}|$$

TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES

Es el comportamiento de un gas por medio del movimiento de sus moléculas, o sea se considera que las leyes de los gases se podrían establecer aplicando las leyes de la mecánica al movimiento de las moléculas, se consideraba:

1. Un gas está constituido por partículas muy pequeñas (moléculas).
2. El número de moléculas es muy grande.
3. La distancia media entre las moléculas es mucho mayor comparada con el tamaño de las moléculas. El volumen de las moléculas es muy pequeño comparado con el volumen del gas.
4. Las moléculas de un gas se mueven en forma caótica, en cualquier dirección.
5. Las fuerzas de interacción entre moléculas es insignificante, salvo en los choques entre ellas o con las paredes del recipiente, los choques son elásticos.

CALCULO DE LA PRESIÓN DEL GAS

La presión de un gas se debe a los choques de sus moléculas contra la superficie del recipiente que lo contiene:

$$P = \frac{1}{3} \times \frac{N}{V} m \overline{V}^2$$

N = Número total de moléculas en el recipiente.

m = masa de cada molécula.

V = volumen del recipiente.

$\overline{V}$ = velocidad cuadrática media de moléculas.

LA INTERPRETACIÓN CINÉTICA DE LA TEMPERATURA

Basándonos en la teoría cinética de los gases se concluye que:

$$E_C = \frac{3}{2} KT$$

E_c = Energía cinética media de traslación de las moléculas del gas.

$K = 1{,}38 \times 10^{-23}$ J/K = Constante Boltzmann.

T= Temperatura del gas en Kelvin.

además: $E_C = \frac{1}{2} m \overline{V}^2$

igualando: $\frac{1}{2} m \overline{V}^2 = \frac{3}{2} KT$

$$\overline{V} = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$$

TERMODINÁMICA

Parte de la Física que se encarga del estudio de las transformaciones de energía, en forma especial el calor, en trabajo.

SISTEMA TERMODINÁMICO

Porción de materia formada por uno o varios cuerpos que se aísla para su estudio. Todo lo que se encuentra fuera del sistema y que influye en él se llama exterior o ambiente. Se denomina sistema cerrado cuando su masa es constante.

ESTADO TERMODINÁMICO

Definido por las propiedades termodinámicos del sistema: presión, volumen, temperatura, etc.

PROCESO TERMODINÁMICO

Es el cambio de estado que sufre el sistema al variar sus propiedades termodinámicas.

CICLO TERMODINÁMICO

Es cuando el sistema parte de un estado inicial y, luego realiza varios procesos regresando al estado inicial.

ENERGÍA INTERNA (U)

Energía total de átomos y moléculas que forman el sistema. Para gases ideales, su energía interna es la energía cinética total de sus moléculas, depende del número de moléculas del gas y de su temperatura; si el gas se calienta, U aumenta; caso contrario disminuye. Para los procesos isotérmicos el gas no varía su energía interna.

CALOR GANADO O PERDIDO POR UN GAS IDEAL (Q)

PROCESO ISOBÁRICO (P = Constante)

$$Q = n\, C_p\, \Delta T$$

donde:

C_p = capacidad calorífica molar del gas a presión constante.

UNIDADES:

cal/mol °C; kcal/mol °C; Joule/mol K

Además el calor transferido se calcula por:

$$Q = m\, Ce\, \Delta T$$

Ce = Calor específico del gas a presión constante.

PROCESO ISÓCORO (V = Constante)

$$Q = n\, C_V\, \Delta T$$

donde:

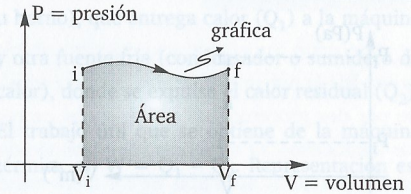
C_V = capacidad calorífica molar del gas a volumen constante.

Además : $Q = m\, Ce\, \Delta T$

Ce = Calor específico del gas a volumen constante.

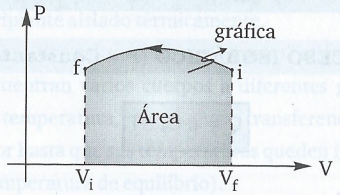
TRABAJO REALIZADO POR UN GAS O SOBRE UN GAS IDEAL

PROCESO DE EXPANSIÓN



$$W = + \text{Área}$$

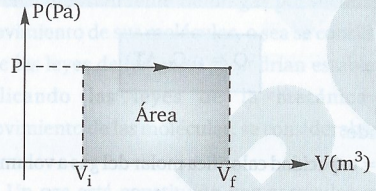
PROCESO DE COMPRESIÓN



$$W = -\text{Área}$$

PROCESO ISOBÁRICO (P = Constante)

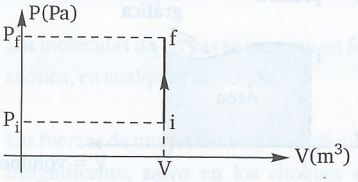
En este proceso se hace evolucionar a un sistema desde un estado inicial hasta otro final manteniendo en todo instante la presión constante.



$$W = P(V_f - V_i)$$

PROCESO ISÓCORO (V = Constante)

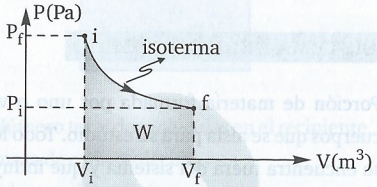
Es aquel proceso termodinámico, en el cual una sustancia evoluciona desde un estado inicial hasta otro final manteniendo su volumen constante.



$$W = 0$$

PROCESO ISOTÉRMICO (T = Constante)

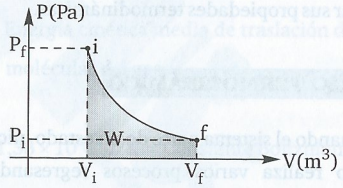
En este proceso, se hace evolucionar a la sustancia desde un estado inicial hasta otro final manteniendo su temperatura constante.



$$W = P_i V_i \text{Ln}\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

PROCESO ADIABÁTICO (Q = 0)

Es aquel proceso termodinámico, en el cual se hace evolucionar a la sustancia desde un estado inicial hasta otro final sin adición ni sustracción del calor.



$$W = \frac{P_f V_f - P_i V_i}{1 - k}$$

k = exponente adiabático del gas.

Además: $P_i V_i^k = P_f V_f^k$

$$K = \frac{C_P}{C_V};\ K > 1$$

$$C_P - C_V = R$$

$$R = 8{,}31 \text{ Joule / mol K}$$

PRIMERA LEY DE TERMODINÁMICA PARA CUALQUIER PROCESO

$$Q = \Delta U + W$$

Donde:

Q = Calor ganado o perdido por el sistema (gas generalmente).

W = Trabajo realizado por el sistema o sobre el sistema.

ΔU = Variación de energía interna = $U_f - U_i$.

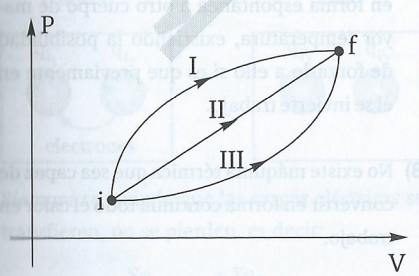
U_i; U_f: Energía interna inicial y final del sistema.

REGLA DE SIGNOS

Calor ganado: Q = (+)
Calor perdido: Q = (–)
Trabajo realizado por el sistema: W = (+)
Trabajo realizado sobre el sistema: W = (–)

PROPIEDAD

Si un gas va desde un estado inicial a un estado final siguiendo varios procesos, la variación de su energía interna es la misma.



$$\Delta U\ (I) = \Delta U\ (II) = \Delta U\ (III)$$

CICLO TERMODINÁMICO

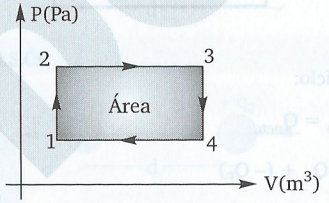
No existe variación de energía interna.

Además: $Q_{neto} = W_{neto}$

$Q_{neto} = \Sigma Q_{procesos}$

$W_{neto} = \Sigma w_{procesos}$

El trabajo neto en un ciclo es el área encerrada por los procesos que forman el ciclo.

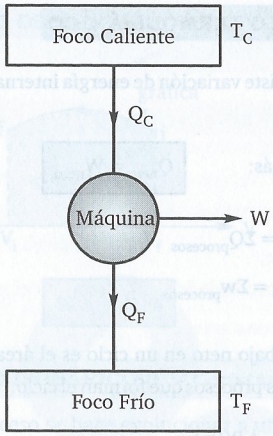


$$W_{neto} = \text{Área}$$

Ciclo horario: W_{neto} (+)
Ciclo antihorario: W_{neto} (–)

MÁQUINA TÉRMICA

Es aquel dispositivo que transforma parte del calor que recibe en trabajo mecánico, está constituido por una fuente caliente (caldera u horno), que entrega calor (Q_1) a la máquina y otra fuente fría (condensador o sumidero de calor), donde se expulsa el calor residual (Q_2). El trabajo útil que se obtiene de la máquina térmica es: $W = Q_1 - Q_2$. Representación esquemática y cálculo de la eficiencia de una máquina térmica.



Por ciclo:

$W_{neto} = Q_{neto}$

$W = Q_C + (-Q_F)$

n = eficiencia de la máquina.

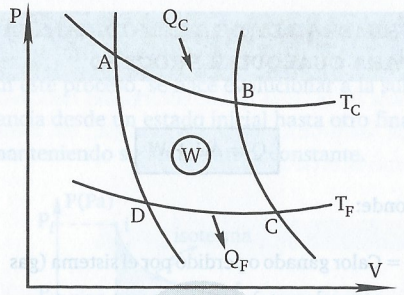
$$n = \frac{W}{Q_C} \times 100\%$$

$$n = \left(1 - \frac{Q_F}{Q_C}\right) \times 100\%$$

n siempre es menor que 100%

CICLO DE CARNOT

Es aquel ciclo con el cual una máquina térmica tendría la máxima eficiencia, está constituido por dos procesos isotérmicos y dos procesos adiabáticos, su eficiencia sólo depende de las temperaturas absolutas de los focos entre los cuales opera.



T_F, T_C: Temperatura en Kelvin.

I. Expansión Isotérmica (A – B).
II. Expansión Adiabática (B – C).
III. Comprensión Isotérmica (C – D).
IV. Comprensión Adiabática (D – A).

Relaciones:

$$\frac{Q_C}{T_C} = \frac{Q_F}{T_C}$$

$$n_{Carnot} = \left(1 - \frac{T_F}{T_C}\right) \times 100\%$$

$$n_{Carnot} > n_{Ciclo}$$

SEGUNDA LEY DE TERMODINÁMICA

A) Ningún cuerpo es capaz de entregar calor en forma espontánea a otro cuerpo de mayor temperatura, existiendo la posibilidad de forzarlo a ello si es que previamente en él se invierte trabajo.

B) No existe máquina térmica que sea capaz de convertir en forma continua todo el calor en trabajo.

C) No existe ninguna máquina térmica cuya eficiencia sea del 100%.

ELECTROSTÁTICA

Es una parte de la Física que se encarga del estudio de fenómenos eléctricos que producen las cargas eléctricas cuando están en reposo.

CARGA ELÉCTRICA (q, Q)

Propiedad de los cuerpos cuando tienen exceso o defecto de electrones.

UNIDADES (S. I.):

coulomb (C).

El valor de la carga mínima es: $1{,}6 \times 10^{-19}$ C

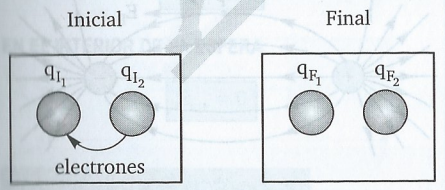
CUANTIZACIÓN DE CARGA ELÉCTRICA

$$Q = n(1{,}6 \times 10^{-19}\ C)$$

Donde:

n = número siempre entero.
n = (+): número de electrones en defecto.
n = (–): número de electrones en exceso.
Q = carga del cuerpo.

CONSERVACIÓN DE CARGA ELÉCTRICA



Siempre se cumple que las cargas eléctricas se transfieren, no se pierden, es decir:

$$\Sigma q_{iniciales} = \Sigma q_{finales}$$

$$q_{I_1} + q_{I_2} = q_{F_1} + q_{F_2}$$

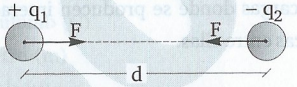
LEYES DE LA ELECTROSTÁTICA

LEY CUALITATIVA

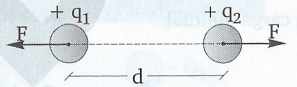
Cargas del mismo signo se repelen y cargas de signos diferentes se atraen.

LEY CUANTITATIVA (DE COULOMB)

ATRACCIÓN



REPULSIÓN



F = Fuerza electrostática entre las cargas.

CONSTANTE DE LEY DE COULOMB (K)

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_r \varepsilon_o}$$

ε_r: constante de permitividad eléctrica relativa del medio.
ε_o: constante de permitividad eléctrica del vacío o del aire.
$\varepsilon = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_o$: constante de permitividad eléctrica del medio correspondiente.
ε: Es la letra griega epsilón

PARA EL VACÍO (AIRE):

$\varepsilon_r = 1$, para medios iguales.

$K = 9 \times 10^9\ N \times m^2/C^2$

$\varepsilon_o = 8{,}85.10^{-12} C^2/N.m^2$

Como $\varepsilon = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_o$

$\varepsilon = (1)\varepsilon_o = \varepsilon_o$

Luego :

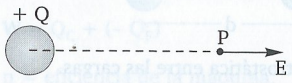
$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} \cdot \frac{|q_1||q_2|}{d^2}$$

CAMPO ELÉCTRICO

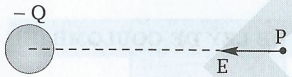
Es aquella región del espacio que rodea a una o varias cargas donde se producen interacciones eléctricas entre ellas.

INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO ($\bar{E}$)

De una carga puntual:



Se aleja de la carga (+)



Señala hacia la carga (–)

$$E = \frac{K|Q|}{d^2}$$

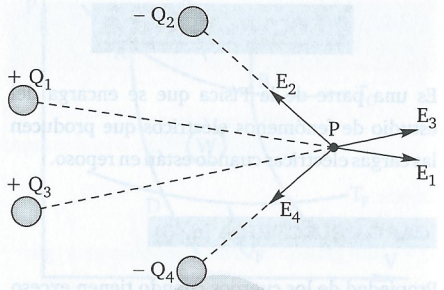
UNIDAD (S. I.):

Q: coulomb (C) d: metro (m)

E: $\frac{\text{newton(N)}}{\text{coulomb(C)}}$

PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN DE LOS CAMPOS ELÉCTRICOS

La intensidad del campo eléctrico resultante en un punto o para una carga puntual es la suma vectorial de los campos eléctricos que crean cada carga un dicho punto o carga puntual.

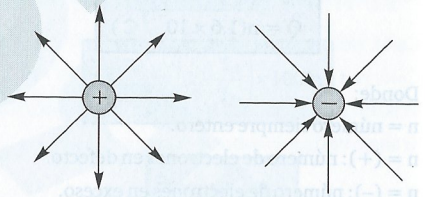


$$\bar{E}_P = \bar{E}_1 + \bar{E}_2 + \bar{E}_3 + \bar{E}_4 = \Sigma\bar{E}$$

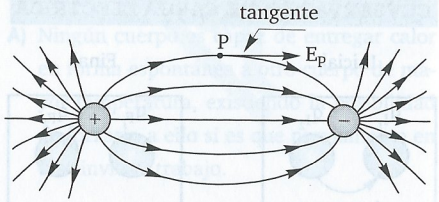
LÍNEAS DE FUERZA

Líneas imaginarias que representan gráficamente al campo eléctrico.

Salen de Q(+) Ingresan Q(–)

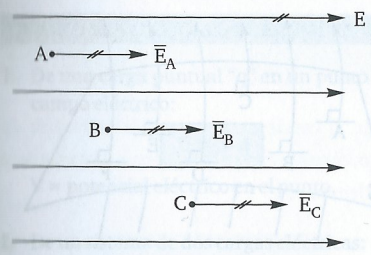


Para dos cargas del mismo valor pero de signos opuestos.



CAMPO ELÉCTRICO UNIFORME

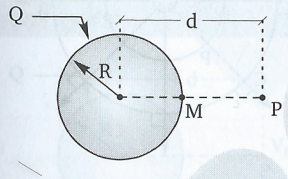
Es aquella región del espacio donde todos sus puntos tienen la misma intensidad de campo eléctrico. Se puede representar por líneas de fuerza paralelas y separadas igual distancia.



$$\bar{E}_A = \bar{E}_B = \bar{E}_C$$

ESFERA CONDUCTORA CARGADA

Las cargas se distribuyen en la superficie externa cuando están en equilibrio.



FUERA DE LA ESFERA:

$$E_P = \frac{KQ}{d^2}$$

EN LA SUPERFICIE EXTERNA:

$$E_M = \frac{KQ}{R^2}$$

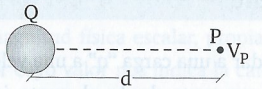
EN EL INTERIOR DE LA ESFERA:

$$E_{int} = 0$$

POTENCIAL ELÉCTRICO (V)

Es una magnitud física escalar, cuyo valor en un punto situado en un campo eléctrico nos indica la energía potencial eléctrica que adquiere cada unidad de carga colocado en dicho punto.

PARA UNA CARGA PUNTUAL



$$V_P = \frac{kQ}{d}$$

Si: $Q_{(+)} \rightarrow V_P = (+)$ Si: $Q_{(-)} \rightarrow V_P = (-)$

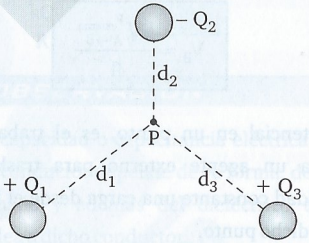
UNIDAD (S. I.):

$Q \rightarrow$ coulomb (C)

$d \rightarrow$ metro (m)

$V_P \rightarrow$ volt (v)

PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN



$$V_P = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_P = \frac{kQ_1}{d_1} + \frac{kQ_2}{d_2} + \frac{kQ_3}{d_3}$$

TRABAJO REALIZADO POR EL CAMPO ELÉCTRICO

Sobre una carga puntual "q" que se mueve en el campo eléctrico.

$$W^{campo}_{A\rightarrow B} = (V_A - V_B)\,q$$

V_A, V_B = potenciales eléctricos en los puntos iniciales (A) y final (B).

TRABAJO REALIZADO POR UN AGENTE EXTERNO

Es trasladar a una carga "q" a una velocidad de módulo constante desde el punto inicial (A) hasta un punto final (B).

$$W_{A\to B}^{F_{externa}} = (V_A - V_B)\,q$$

CASO ESPECIAL

Si A = ∞ (infinito) → $V_A = 0$

$$W_{\infty\to B}^{F_{externa}} = V_B\,q$$

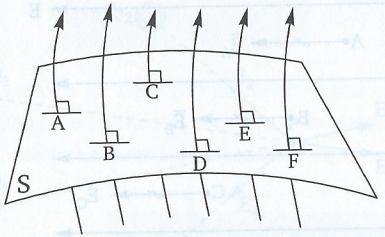
También se cumple:

$$V_B = \frac{W_{A\to B}^{F_{externa}}}{q}$$

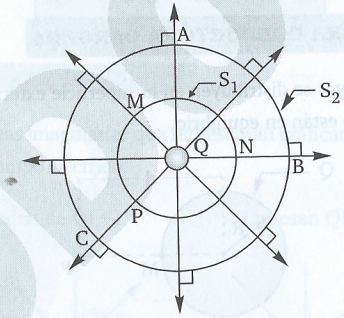
El potencial en un punto, es el trabajo que realiza un agente externo para trasladar a velocidad constante una carga desde el infinito hasta dicho punto.

SUPERFICIE EQUIPOTENCIAL (S)

Es aquella superficie donde todos sus puntos tienen el mismo potencial eléctrico; además es perpendicular a la líneas de fuerza del campo eléctrico. El vector intensidad de campo eléctrico que es perpendicular a las superficies equipotenciales está dirigido en el sentido en que el potencial eléctrico disminuye. Las superficies equipotenciales de las cargas puntuales, son esferas concéntricas y de un campo eléctrico uniforme son superficies planas como se muestra en las figuras siguientes.



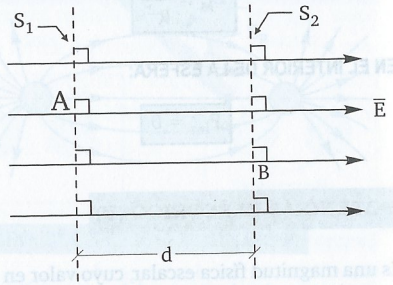
$$V_A = V_B = V_C = V_D = V_E = V_F$$



Para S_2: $V_A = V_B = V_C$

Para S_1: $V_M = V_N = V_P$

EN UN CAMPO ELÉCTRICO UNIFORME



$$V_A - V_B = E\,d$$

$V_A > V_B$

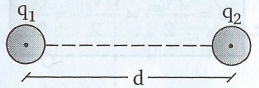
ENERGÍA POTENCIAL ELÉCTRICA (U)

1. De una carga puntual "q" en un punto de un campo eléctrico:

$$U = V\,q$$

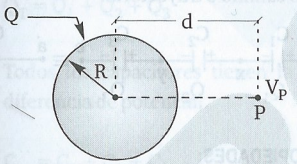
V = potencial eléctrico en el punto.

2. De un sistema de dos cargas eléctricas:



$$U = \frac{k\,q_1\,q_2}{d}$$

POTENCIAL ELÉCTRICO DE ESFERAS CONDUCTORAS



FUERA DE LA ESFERA: $V_P = \frac{KQ}{d}$

EN EL INTERIOR DE LA ESFERA: $V_{int.} = \frac{KQ}{R}$

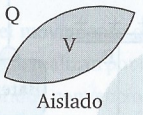
EN LA SUPERFICIE EXTERNA: $V_M = \frac{KQ}{R}$

OBSERVACIÓN

Si dos conductores eléctricos a diferentes potenciales se ponen en contacto o se unen por un alambre conductor, ocurre la transferencia de cargas entre ellos hasta que igualen sus potenciales.

CAPACITANCIA ELÉCTRICA (C)

Es una magnitud física escalar, propia de cada conductor cuyo valor nos indica la cantidad de carga que posee el conductor por cada unidad de potencial.



$$C = \frac{Q}{V}$$

UNIDAD (S. I.):

$$\text{Faraday(F)} = \frac{\text{Coulomb(C)}}{\text{Volt (V)}}$$

PARA UNA ESFERA CONDUCTORA:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\frac{kQ}{R}} \Rightarrow C = \frac{R}{k}$$

OBSERVACIÓN

La capacidad o capacitancia eléctrica de un conductor depende de su forma, de su tamaño y además del dieléctrico que rodea a dicho conductor.

CAPACITORES ELÉCTRICOS

Sistema formado por dos conductores que tienen cargas eléctricas en equilibrio del mismo valor pero de signos opuestos y que se encuentran a una diferencia de potencial.

$$C = \frac{Q}{V_a - V_b}$$

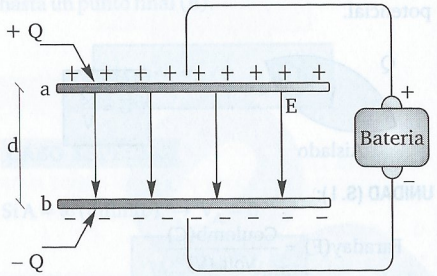
Q: carga de uno de los conductores sin signo.

$V_a - V_b$: Diferencia de potencial de conductores.

C: capacidad eléctrica del condensador.

CAPACITORES PLANOS

Formado por dos placas conductoras planas y paralelas separadas una distancia pequeña en comparación con sus dimensiones.



CAPACITANCIA CUANDO ENTRE LAS PLACAS HAY VACÍO O AIRE

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

A = Área de las placas.

$\varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}$ F/m

d = distancia entre las placas.

CUANDO SE INTRODUCE ENTRE LAS PLACAS UN MATERIAL DIELÉCTRICO (AISLANTE ELÉCTRICO)

$$C_0 = \varepsilon_0 \, k \, \frac{A}{d}$$

k = constante de dieléctrico. $k \geq 1$

DIFERENCIA DE POTENCIAL ENTRE LAS PLACAS

$$V_{ab} = E\,d$$

LA ENERGÍA ALMACENADA EN UN CAPACITOR (U)

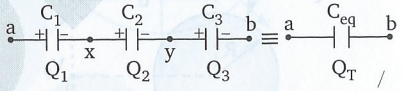
Cuando al condensador se carga se realiza un trabajo, el cual es igual a la energía que adquiere el condensador.

$$U = \frac{Q V_{ab}}{2} = \frac{C V_{ab}^2}{2} = \frac{Q^2}{2C}$$

CONEXIÓN DE CAPACITORES

A. CONEXIÓN EN SERIE

Cuando los capacitores se encuentran en un solo camino o trayectoria.



PROPIEDADES:

1. $Q_1 = Q_2 = Q_3$
2. $V_{ab} = V_{ax} + V_{xy} + V_{yb}$
3. $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

CASOS:

1. Dos condensadores en serie:

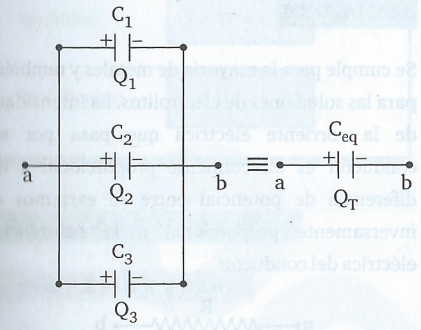
$$C_{eq} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

2. Para "n" condensadores de capacitancias iguales a "C"

$$C_{eq} = \frac{C}{n}$$

B. CONEXIÓN EN PARALELO

Cuando las placas se encuentran entre dos puntos (nodos).

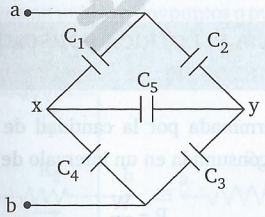


PROPIEDADES:

1. $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$
2. Todos los capacitores tienen la misma diferencia de potencial.
3. $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$
4. Para "n" condensadores de capacitancias iguales a "C"

$$C_{eq} = n\,C$$

CAPACITOR EN PUENTE WHEATSTONE



Si se cumple: $C_1 \times C_3 = C_2 \times C_4$

El condensador central C_5 se descarga (Q = 0)

$V_x = V_y$

ELECTRODINÁMICA

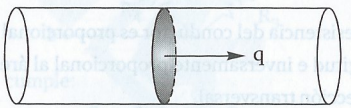
Parte de la física que estudia los fenómenos que originan las cargas en movimiento.

CORRIENTE ELÉCTRICA

Es el movimiento ordenado de cargas eléctricas que se realizan por el interior de un conductor. El sentido convencional de la corriente es el movimiento de las cargas positivas, del extremo del conductor de mayor potencial al extremo de menor potencial. En el interior del conductor aparece un campo eléctrico que arrastra o mueve a las cargas eléctricas. Si el conductor es un metal se mueven los electrones en sentido opuesto al convencional.

INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA

Denotado por "i"; es una magnitud física escalar cuyo valor nos indica la cantidad de carga (q) que pasa por la sección transversal del conductor (resistor) en cada unidad de tiempo.



$$i = \frac{q}{t}$$

Unidad (Sistema Internacional):

Ampere (A) = Coulomb entre segundo (C/s).

RAPIDEZ DEL MOVIMIENTO ORDENADO DE LOS ELECTRONES EN UN METAL

$$V = \frac{i}{e\,n\,A}$$

i: intensidad de corriente.
e: valor de la carga del electrón.
n: concentración de electrones o cantidad de electrones que hay en cada unidad de volumen del conductor.
A: Área de la sección transversal del conductor.

OBSERVACIÓN

Se denomina corriente eléctrica continua cuando las cargas se mueven en un solo sentido y la intensidad de corriente eléctrica es constante.

RESISTENCIA ELÉCTRICA (R)

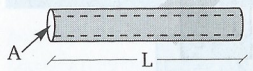
Magnitud física escalar cuyo valor nos indica el grado de dificultad que presenta el conductor (resistor) al paso de las cargas eléctricas.

Representación:

Unidad (S. I.): ohm (Ω)

LEY DE POULLIETT (RESISTOR)

La resistencia del conductor es proporcional a su longitud e inversamente proporcional al área de su sección transversal.



$$R = \rho \frac{L}{A}$$

ρ: resistividad eléctrica del material, se mide en ohm x metro.

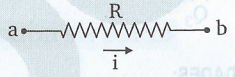
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (σ)

Nos indica la facilidad con que el conductor deja pasar las cargas eléctricas.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

LEY DE OHM

Se cumple para la mayoría de metales y también para las soluciones de electrolitos. La intensidad de la corriente eléctrica que pasa por el conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial entre su extremos e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica del conductor.



$$\frac{V_{ab}}{i} = R \rightarrow \boxed{V_{ab} = iR}$$

Unidad (S. I.):
Volt (V) = ampere (A) × ohm (Ω)

ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA EN UN RESISTOR (W)

En un tiempo "t".

$$W = Vit = \frac{V^2 t}{R} = i^2 Rt$$

POTENCIA ELÉCTRICA CONSUMIDA EN UN RESISTOR (P)

Esta determinada por la cantidad de energía eléctrica consumida en un intervalo de tiempo.

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = Vi = \frac{V^2}{R} = i^2 R$$

OBSERVACIÓN

Calor disipado por el resistor cuando es atravesado por la corriente:

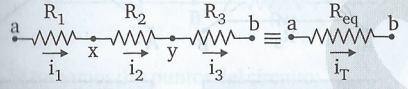
En Joules: $Q = W = i^2 Rt$

En Calorías: $Q = 0{,}24\, i^2 Rt$

CONEXIÓN DE RESISTORES

A. CONEXIÓN EN SERIE

Cuando los resistores se encuentran en un camino por el cual pasa la corriente.

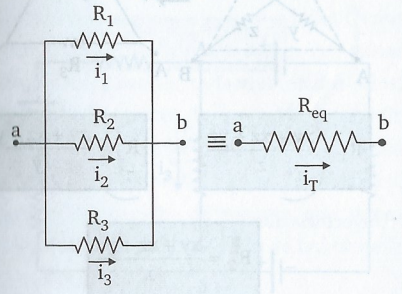


PROPIEDADES:

1. $i_T = i_1 + i_2 + i_3$
2. $V_{ab} = V_{ax} + V_{xy} + V_{yb}$
3. $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

B. CONEXIÓN EN PARALELO

Cuando los extremos de los resistores se encuentran unidos o dos puntos o nudos.



PROPIEDADES:

1. $i_T = i_1 + i_2 + i_3$
2. Todos los resistores tienen la misma diferencia de potencial (voltaje o tensión eléctrica del resistor.)
3. $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

CASOS:

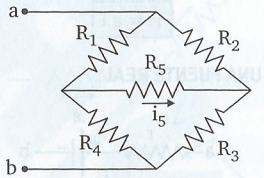
1. Dos resistores en paralelo:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

2. "n" resistores iguales a R:

$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$

PUENTE WHEATSTONE



Si se cumple:

$$R_1 \times R_3 = R_2 \times R_4$$

No hay corriente en R_5. Es decir: $i_5 = 0$

FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Dispositivos que transforman algún tipo de energía en energía eléctrica. En pilas y baterías se transforma la energía química en eléctrica.

Las fuentes tienen dos extremos o polos, uno positivo a un potencial mayor y el otro negativo a un potencial menor.

FUERZA ELECTROMOTRIZ (ε)

Cantidad de energía eléctrica (W) que entrega la fuente por unidad de carga que pasa por ella de su polo negativo al polo positivo.

$$\varepsilon = \frac{W}{q}$$

Unidad(S.I.):

$$\text{volt (V)} = \frac{\text{joule(J)}}{\text{coulomb(C)}}$$

Energía eléctrica entregada en un tiempo "t" es:

$$W = \varepsilon q = \varepsilon i t$$

Potencia eléctrica entregada es:

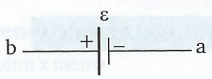
$$P = \varepsilon i$$

* **PARA UNA FUENTE REAL:**

$$V_a - V_b = \varepsilon - ir$$

r: resistencia interna de la fuente.

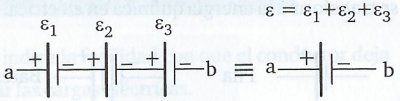
* **PARA UNA FUENTE IDEAL (r = 0):**



$$V_a - V_b = \varepsilon$$

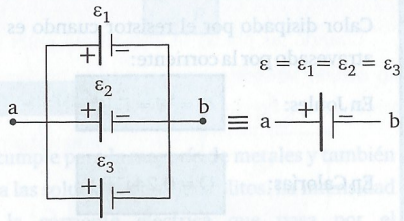
* **PARA FUENTES EN SERIE:**

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$



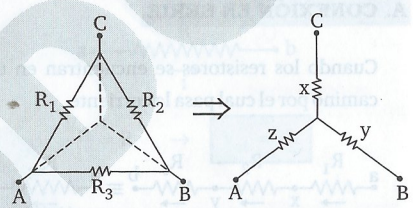
* **PARA FUENTES EN PARALELO:**

$$\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$$



TRANSFORMACIONES DE CIRCUITOS

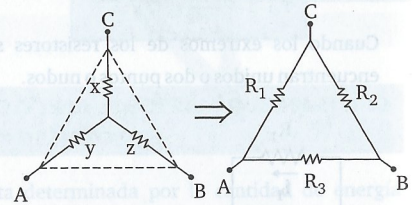
A) TRANSFORMACIÓN DELTA – ESTRELLA (Δ – Y)



$$x = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \qquad y = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$z = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

B) TRANSFORMACIÓN ESTRELLA – DELTA (Y – Δ)



$$R_1 = \frac{xy + xz + yz}{z} \qquad R_2 = \frac{xy + xz + yz}{y}$$

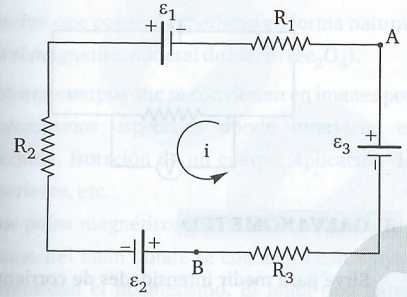
$$R_3 = \frac{xy + xz + yz}{x}$$

CIRCUITOS ELÉCTRICOS

TIPOS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

A) CIRCUITOS ELÉCTRICOS SIMPLES

Es aquel recorrido cerrado por el cual se desplaza la carga eléctrica formando una sola corriente.



Si tomamos dos puntos del circuito:
A : Menor Potencial B: Mayor Potencial

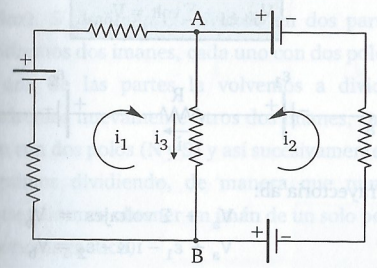
$$V_B - V_A + \Sigma\varepsilon - i\,\Sigma R = 0$$

De la figura:

$$V_B - V_A + \varepsilon_1 - \varepsilon_2 - i(R_1 + R_2) = 0$$

A) CIRCUITOS ELÉCTRICOS COMPLEJOS

Es aquel conjunto de recorridos por las cuales se desplaza la carga eléctrica, ésta formado por varias corrientes.



ELEMENTOS DEL CIRCUITO COMPLEJO

NUDO:

Es todo punto de un circuito eléctrico donde concurren tres o más conductores, en la figura vemos que son los puntos A y B.

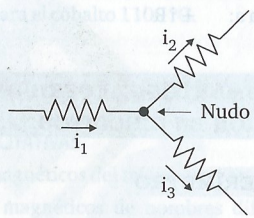
MALLA:

Es todo circuito simple imaginario tomado de otro real, en la figura vemos dos mallas.

LEYES DE KIRCHOFF

PRIMERA LEY (TEOREMA DE NUDOS)

"La suma de las corrientes que llegan a un nudo es igual a la suma de corrientes que salen de él". Este teorema proviene de la ley de conservación de la carga eléctrica y del hecho de que la carga eléctrica no se acumula en los nudos.

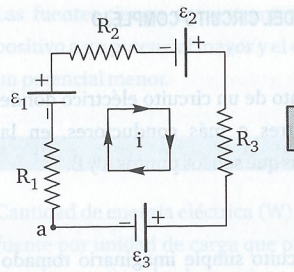


$$\Sigma i \text{ entran} = \Sigma i \text{ salen}$$

En la figura: $i_1 = i_2 + i_3$

SEGUNDA LEY (TEOREMA DE MALLAS)

"La suma algebraica de las fuerzas electromotrices (f. e. m.) en una malla cualquiera es igual a la suma algebraica de los productos de la intensidad de corriente por la resistencia (i R) de la misma malla".
Este teorema es consecuencia de la conservación de la energía.

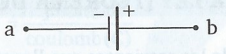


Σ voltajes = 0

Siguiendo una trayectoria horaria empezando de a para la figura:

$$-i R_1 + \varepsilon_1 - i R_2 + \varepsilon_2 - i R_3 - \varepsilon_3 = 0$$

Si recorremos la trayectoria siempre se cumple:



De a hacia b: $\varepsilon = (+)$

De b hacia a: $\varepsilon = (-)$

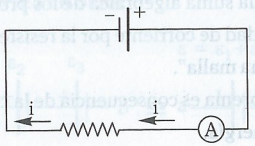
De a hacia b: $-iR$

De b hacia a: $+iR$

INSTRUMENTOS ELÉCTRICOS PARA MEDICIÓN EN CIRCUITOS

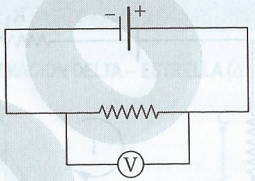
1. AMPERÍMETRO

Sirve para medir la intensidad de corriente; el instrumento más general en estos casos es el galvanómetro, pero el más utilizado es el amperímetro. Para medir la intensidad en una resistencia; se conecta la resistencia y el amperímetro en serie; en el interior del amperímetro existe resistencia, pero ella es muy pequeña, se considera despreciable.



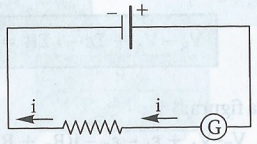
2. VOLTÍMETRO

Sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos, para ello se conecta en paralelo con una resistencia; el voltímetro contiene otra resistencia en su interior; ésta debe ser la máxima posible, para que la corriente sea prácticamente la misma en la resistencia que se desea medir.



3. GALVANÓMETRO

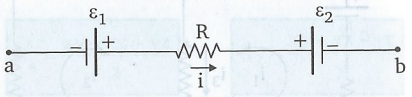
Sirve para medir intensidades de corrientes pequeñas. Es un aparato muy sensible, para su uso se conecta en serie con la resistencia.



TEOREMA DE LA TRAYECTORIA

Nos permite obtener la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito.

$$V_{inicial} + \Sigma volt. = V_{final}$$



Trayectoria ab:

$$V_a + \Sigma \text{ voltajes} = V_b$$

$$V_a + \varepsilon_1 - iR - \varepsilon_2 = V_b$$

MAGNETISMO

Es una parte de la Física que se encarga del estudio de las propiedades referentes al imán.

IMÁN

Es todo cuerpo que tiene la propiedad de atraer pequeños trozos (limaduras) de hierro. El cuerpo que posee magnetismo en forma natural es el magnetita, mineral de hierro (Fe_3O_4).

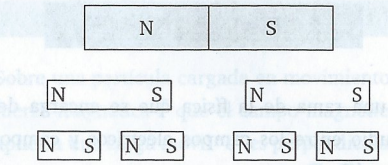
Existen cuerpos que se convierten en imanes por mecanismos especiales donde interviene el hombre, frotación de un cuerpo; aplicación de corriente, etc.

Los polos magnéticos de un imán son aquellas zonas del imán donde se concentra con mayor intensidad el magnetismo. El imán tipo barra tiene dos polos magnéticos Norte (N) y Sur (S) cerca a sus extremos. Si se le suspende en su centro se orienta en una dirección aproximada al Norte – Sur geográfico, señalando el polo magnético norte al polo norte geográfico.

Todo imán crea un campo magnético a su alrededor el cual aplica fuerzas magnéticas sobre los polos de otros imanes. La Tierra crea un campo magnético a su alrededor.

INSEPARABILIDAD DE LOS POLOS

Todo imán tiene como mínimo dos polos (Norte y Sur). Si un imán es dividido en dos partes tendremos dos imanes, cada uno con dos polos; si una de las partes la volvemos a dividir, tendremos nuevamente otros dos imanes, cada uno con dos polos (N y S) y así sucesivamente si seguimos dividiendo, de manera que nunca conseguiremos obtener un imán de un solo polo (monomagnético).



PERDIDAS DE LAS PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE UN IMÁN

Todo imán puede perder sus propiedades magnéticas debido fundamentalmente a dos motivos:

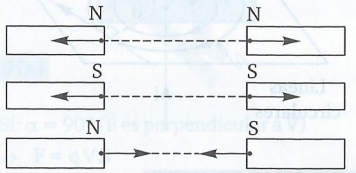
A) Si se golpea repetidamente provocando vibraciones que dan lugar a un cierto desorden molecular.

B) Si se calienta hasta alcanzar una temperatura adecuada denominada **"TEMPERATURA DE CURIE"**, el nombre en honor a Pierre Curie quién descubrió este efecto; así tenemos que, para el hierro es 750 °C, para el níquel 350 °C, para el cobalto 1100 °C.

LEYES DE LA MAGNETOSTÁTICA

LEY CUALITATIVA:

"Polos magnéticos del mismo nombre se repelen y polos magnéticos de nombres diferentes se atraen".



LEY CUANTITATIVA (LEY DE COULOMB):

La fuerza magnética de atracción o repulsión que existe entre dos cargas magnéticas, es directamente proporcional al producto de sus cargas magnéticas, e inversamente proporcional al cuadrado de las distancia que las separa.

ELECTROMAGNETISMO

Es una rama de la física que se encarga del estudio entre los campos eléctricos y campos magnéticos.

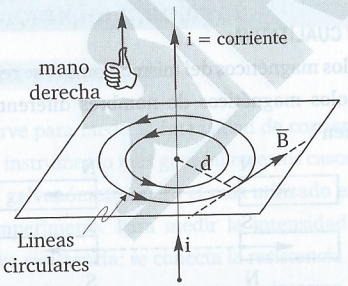
EFECTO DE OERSTED

Toda corriente eléctrica o cargas en movimiento crean a su alrededor un campo magnético, el cual se mide por el vector **INDUCCIÓN MAGNÉTICA** ($\overline{B}$) o intensidad del campo magnético.

El campo magnético se representa por líneas de inducción magnética cerradas. En cualquier punto $\overline{B}$, es tangente y del mismo sentido que la línea de inducción magnética.

CAMPO MAGNÉTICO PARA CORRIENTE RECTILÍNEA

Se representa por líneas de inducción circulares en planos perpendiculares a la corriente.



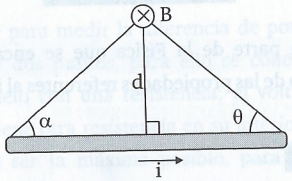
CORRIENTE INFINITA

$$B = \frac{u_0\, i}{2\pi d}$$

Unidad (S. I.)

i = ampere (A); d = metro (m); B = tesla (T)

Para un segmento de corriente:



$$B = \frac{u_0\, i(\cos\alpha + \cos\theta)}{4\pi d}$$

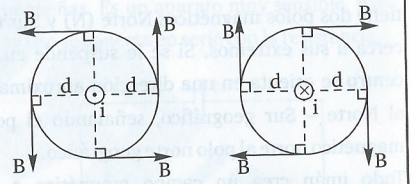
Donde: $u_o = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{T \times m}{A}$

OBSERVACIÓN

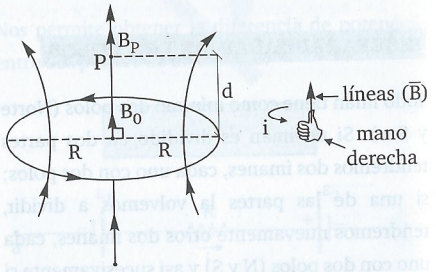
⊙ i: Corriente que sale del plano.

⊗ i: Corriente que entra al plano.

i es perpendicular al plano de las líneas.



DE UNA CORRIENTE CIRCULAR



En el centro:

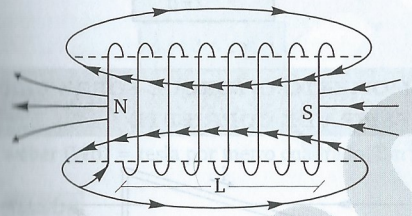
$$B_0 = \frac{u_0\, i}{2R}$$

En P:

$$B_P = \frac{u_0\, i\, R^2}{2(R^2 + d^2)^{3/2}}$$

DE UN SOLENOIDE (BOBINA)

Un solenoide es un alambre largo enrollado en forma de una hélice. Si las vueltas de alambres están muy próximas entre sí y la longitud del solenoide es grande comparado con el radio de cada vuelta el campo magnético sobre la mayor parte del solenoide (dentro) es uniforme, excepto en puntos cerca a los extremos. El campo magnético en los extremos es la mitad del valor en el centro del solenoide.



$$B_{centro} = \frac{u_0\, i\, N}{L}$$

N = Número de espiras

El campo magnético del solenoide es parecido al del imán tipo barra.

OBSERVACIONES

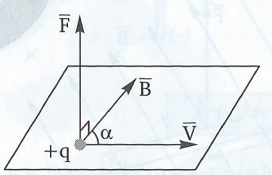
* Campo magnético del solenoide es muy parecido al imán de tipo barra.

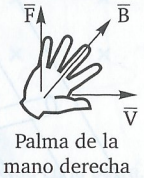
* Cerca al centro del solenoide el campo es uniforme cuyas rectas son paralelas, el campo magnético $\overline{B}$ tiene la misma dirección y sentido.

FUERZA MAGNÉTICA DEL CAMPO $\overline{B}$ ($\overline{F}$)

Sobre una partícula cargada en movimiento, la fuerza magnética $\overline{F}$ que el campo magnético $\overline{B}$ aplica a una carga móvil "q" es perpendicular al plano determinado por los vectores $\overline{V}$ y $\overline{B}$, donde $\overline{V}$ es la velocidad de la carga, es decir: $\overline{F} \perp \overline{B}$ y $\overline{F} \perp \overline{V}$.

La regla de la palma de la mano derecha nos permite encontrar el sentido de la fuerza magnética sobre una carga positiva. Consiste en colocar la mano derecha bien abierta con el dedo pulgar señalando en la dirección y sentido de la velocidad "$\overline{V}$", los demás dedos señalan en dirección y sentido del campo magnético "$\overline{B}$", el sentido de la fuerza $\overline{F}$ es tal que sale de la palma, es decir en el sentido para dar una palmada. Si la carga es negativa el sentido sería opuesto al de la fuerza que actúa sobre la carga positiva.





Palma de la mano derecha

La magnitud de la fuerza magnética es:

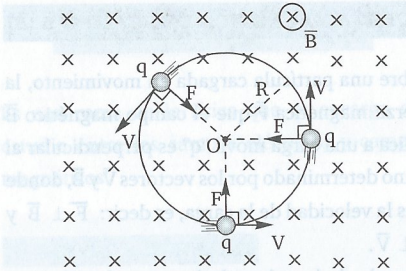
$$F = q\, V\, B\, \text{sen}\,\alpha$$

CASOS

1. Si: $\alpha = 90°$ ($\overline{B}$ es perpendicular a $\overline{V}$)
   $\rightarrow$ $F = qVB$

2. Si: $\alpha = 0°$ o $\alpha = 180°$ ($\overline{B}$ y $\overline{V}$ son paralelos)
   $\rightarrow$ $F = 0$

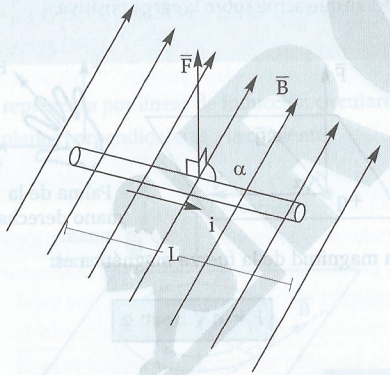
3. Partícula cargada que ingresa perpendicular a un campo magnético uniforme, está realiza un MCU.



$$F_{centrípeta} = q\,V\,B\,sen90^o = \frac{m\,V^2}{R}$$

$$R = \frac{m\,V}{q\,B}$$

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CORRIENTE RECTILÍNEA

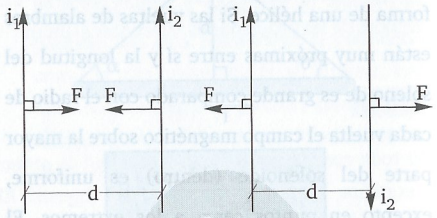


$$F = B\,i\,L\,sen\,\alpha$$

CASOS

1. Si: $\alpha = 90^o$ ($\overline{B}$ es perpendicular a conductor) $\rightarrow$ $F = B\,i\,L$
2. Si: $\alpha = 0^o$ o $\alpha = 180^o$ ($\overline{B}$ es paralelo al conductor) $\rightarrow$ $F = 0$

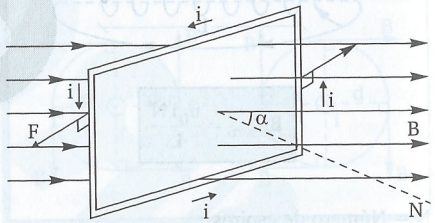
FUERZA MAGNÉTICA ENTRE DOS CORRIENTES PARALELAS



Sobre una longitud "L" de la corriente:

$$F = \frac{u_0\,i_1\,i_2\,L}{2\pi\,d}$$

MOMENTO O TORQUE SOBRE UNA ESPIRA DE CORRIENTE



N = recta normal a la espira.

α = ángulo entre $\overline{B}$ y la recta normal (N).

A = Área de la espira de corriente

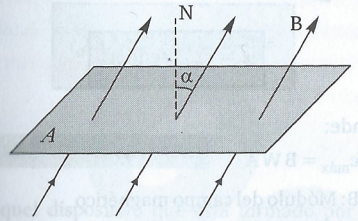
$$M = i\,B\,A\,sen\,\alpha$$

CASOS

1. Si: $\alpha = 90^o \rightarrow M = i.B.A \rightarrow$ M = Máximo
2. Si: $\alpha = 0^o$ o $\alpha = 180^o$ ($\overline{B}$ es perpendicular al plano de la espira) $\rightarrow$ $M = 0$
3. Para N espiras: $M = N.i.B.A$

FLUJO MAGNÉTICO (ϕ)

Que atraviesa una superficie, es proporcional a la cantidad de líneas de inducción que pasan por la superficie. "N" es la recta perpendicular a la superficie influida.



$$\phi = B\,A\cos\alpha$$

Unidad (S. I.):

weber (Wb) = tesla por metro cuadrado ($T.m^2$)

CASOS

1. Si: $\alpha = 0^o$ ($\overline{B}$ es perpendicular a la superficie) $\rightarrow$ $\phi = B\,A$
2. Si: $\alpha = 90^o$ ($\overline{B}$ ésta en el plano de la superficie) $\rightarrow \phi = 0$; (no pasa ninguna línea o no hay flujo).

INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Cuando por una espira (conductor cerrado) pasa un flujo magnético variable, aparece en la espira un corriente eléctrica inducida.

LEY DE FARADAY

1831; Faraday, en ella establece que: Si por una espira pasa un flujo magnético variable, aparece en ella una fuerza electromotriz inducida (ε) que genera a la corriente inducida.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

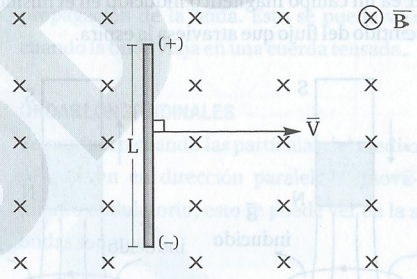
Unidad(S.I.): $Voltaje(V) = \frac{wb}{s}$

$\Delta\phi$ = Variación de flujo en la espira.

$\Delta\phi = \phi_{final} - \phi_{inicial}$.

Δt = Intervalo de tiempo en que se produce la variación del flujo.

BARRA CONDUCTORA QUE SE MUEVE EN UN CAMPO MAGNÉTICO



$$\varepsilon = B\,V\,L$$

ε = Fuerza electromotriz inducida en la barra.

LEY DE LENZ

Nos sirve para encontrar el sentido de la corriente inducida.

El sentido de la corriente inducida es tal, que el campo magnético inducido que produce se opone a la variación de flujo magnético que atraviesa dicha espira o circuito cerrado, por eso aparece el signo (–) en la ley de Faraday.

Cuando la corriente inducida aparece por aumento del flujo magnético, su sentido es tal que el campo magnético que produce es opuesto al flujo magnético (campo magnético externo) existente en la espira o circuito.

En cambio cuando la corriente inducida aparece debido a una disminución del flujo magnético, su sentido es tal que su campo magnético tiene el mismo sentido que el flujo magnético que existe en la espira o circuito.

Así tenemos que: Si el imán se acerca a la espira tal como muestra la figura (a), el flujo que crea en la espira aumenta, luego aparece la corriente inducida "i" cuyo campo inducido es opuesto al flujo magnético.

En cambio; si el imán se aleja de la espira tal como muestra la figura (b), el flujo que produce en la espira disminuye y la corriente inducida crea un campo magnético inducido en el mismo sentido del flujo que atraviesa la espira.

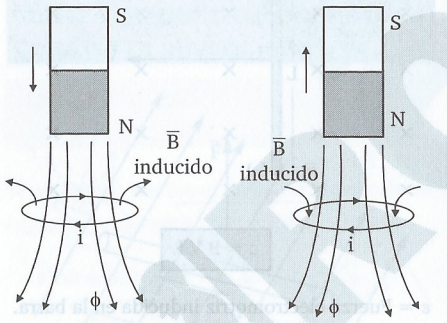


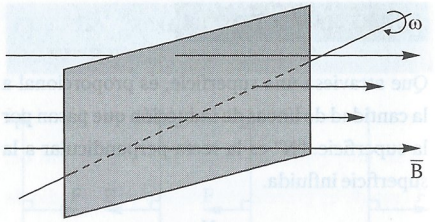
figura (a) figura(b)

ϕ: sentido del campo del imán

CORRIENTE ALTERNA (C. A.)

Es la corriente eléctrica que cambia de polaridad repetidamente, esto es, su voltaje instantáneo va cambiando en el tiempo desde 0 a un máximo positivo, vuelve a 0 y continúa hasta un máximo negativo y así sucesivamente.

En una espira que gira en un campo magnético con velocidad angular constante, aparece una fuerza electromotriz variable.



$$\varepsilon = \varepsilon_{máx}\, sen(\omega t)$$

Donde:

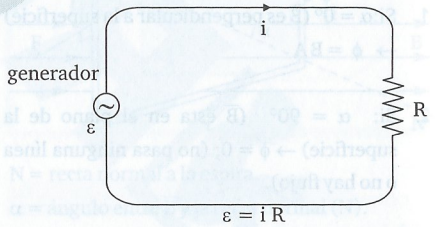
$\varepsilon_{máx} = B\,W\,A$

B: Módulo del campo magnético

A: Área de la espira

ω: Velocidad angular $\omega = 2\pi f$

En el generador de corriente alterna la fuerza electromotriz es variable y conectado a una resistencia genera una corriente variable.



Luego:

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_{máx}}{R} sen(\omega t)$$

$$i = i_{máx}\, sen(\omega t)$$

Además: $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

f: Frecuencia de la corriente alterna (hertz).

T: Período de la corriente alterna (segundos).

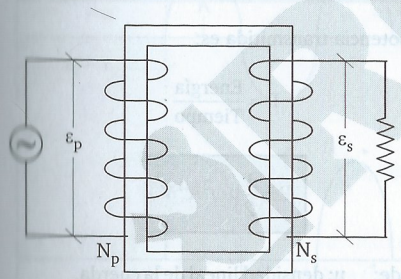
VALORES EFICACES

Son aquellos valores constantes de la tensión y corriente que producen el mismo consumo de energía que los valores alternos de la tensión y corriente en una resistencia.

$$i_{ef} = \frac{i_{máx}}{\sqrt{2}}\ ;\quad \varepsilon_{ef} = \frac{\varepsilon_{máx}}{\sqrt{2}}$$

TRANSFORMADORES

Es aquel dispositivo que está formado por un núcleo de hierro y dos arrollamientos (bobinas) que se llaman primario y secundario. La corriente alterna llega al primario y produce un flujo variable en el secundario, en donde se puede apreciar una fuerza electromotriz inducida por dicha corriente.



$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

N_p ; N_s : Número de espiras en los núcleos de hierro primario y secundario.

En un transformador ideal:

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_s} = \frac{i_s}{i_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

ONDAS MECÁNICAS

Es aquella perturbación que se puede propagar en un medio material y que es producida por una fuente la cual inicia la perturbación. Las ondas mecánicas transportan energía y cantidad de movimiento.

TIPOS DE ONDAS

1. **ONDAS TRANSVERSALES**
   Se producen cuando las partículas del medio se mueven en dirección perpendicular a la propagación de la onda. Esto se puede ver cuando la onda viaja en una cuerda tensada.

2. **ONDAS LONGITUDINALES**
   Se producen cuando las partículas del medio se mueven en dirección paralela al movimiento ondulatorio; esto se puede ver en las ondas sonoras.

RAPIDEZ DE LA ONDA

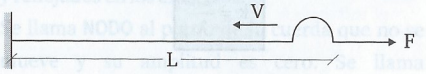
$$V = \frac{\lambda}{t}$$

V = Rapidez con que la onda se propaga en el medio elástico.

λ = Distancia recorrida por la onda.

t = Tiempo empleado.

RAPIDEZ DE ONDA EN CUERDA TENSA



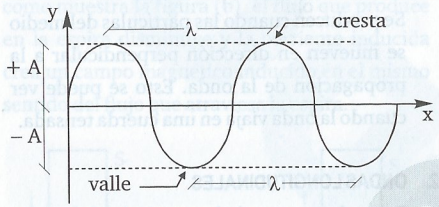
$$V = \sqrt{\frac{F}{u}}$$

F = Fuerza de tensión en la cuerda (Newton)
u = Densidad lineal de la cuerda.

$$u = \frac{\text{masa de la cuerda (en Kg.)}}{\text{longitud de la cuerda (en m.)}}$$

ONDAS SENOIDALES

Se produce cuando la fuente que produce las ondas, hacen que las partículas del medio vibren con movimiento armónico simple.



Su ecuación es:

$$y = A \operatorname{sen}(kx \pm \omega t)$$

(–): Cuando la onda viaja en la dirección + x (hacia la derecha).
(+): Cuando la onda viaja en la dirección – x (hacia la izquierda).
Donde:
A: Amplitud de la onda.
λ: Longitud de onda; puede ser la distancia entre dos crestas o dos valles consecutivos, también entre dos puntos consecutivos que vibran en fase.
k: número de onda, se calcula por:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Además:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

FRECUENCIA (f):
Es el número de oscilaciones completas (ciclos) en cada unidad de tiempo. Su unidad en el sistema internacional es hertz (Hz).

PERÍODO (T):
Es el tiempo que emplea una partícula del medio en realizar cada oscilación completa. También es el tiempo que emplea la onda en recorrer una longitud de onda(λ).

RAPIDEZ DE LA ONDA SENOIDAL (V)

$$V = \lambda f = \frac{\lambda}{T}$$

Además: $V = \frac{\omega}{k}$

ENERGÍA TRANSMITIDA POR ONDAS SENOIDALES EN CUERDAS

La potencia transmitida es:

$$P = \frac{\text{Energía}}{\text{Tiempo}}$$

$$P = \frac{1}{2} u \omega^2 A^2 V$$

Donde: u: densidad lineal de la cuerda.
ω: velocidad angular
A: Amplitud de la onda.
V: Rapidez de la onda.

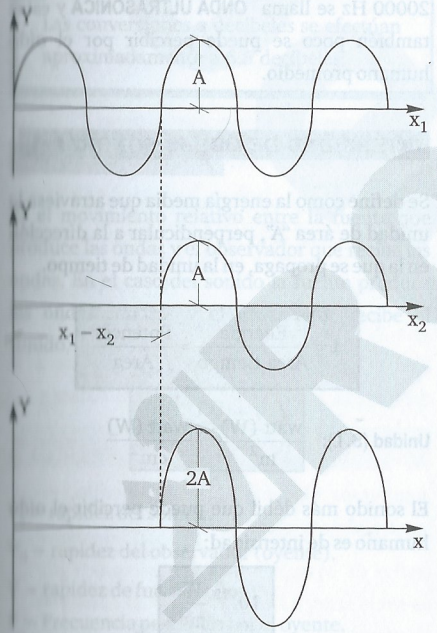
SUPERPOSICIÓN DE ONDAS

Si dos o más ondas se mueven en un medio y concurren en un mismo lugar, los puntos del medio se mueven con un desplazamiento que será la suma de desplazamientos que cada onda produce individualmente.

INTERFERENCIA DE ONDAS

Es la superposición de dos o más ondas que pueden tener la misma frecuencia o diferentes frecuencias.
Estudiaremos la interferencia de las ondas senoidales que viajan en la misma dirección y tienen la misma frecuencia, longitud de onda y amplitud, pero difieren en fase.

INTERFERENCIA CONSTRUCTIVA



Se produce cuando: $x_1 - x_2 = n\lambda$

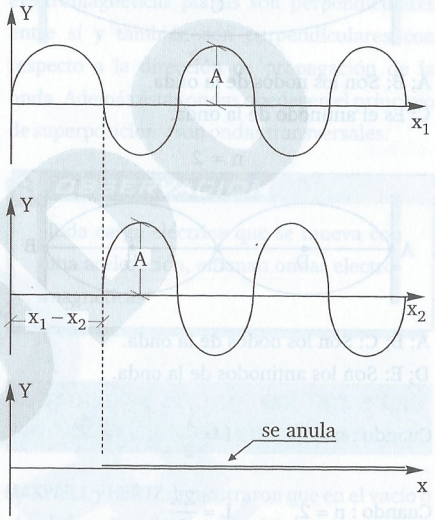
$n = 0; 1; 2; 3; \ldots\ldots$

Para este caso las ondas se refuerzan, llegando en fase a un punto común. También se dice que hay interferencia constructiva cuando coinciden dos crestas o dos valles

INTERFERENCIA DESTRUCTIVA

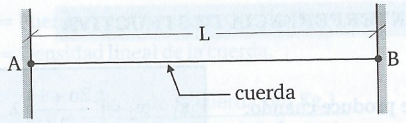
Se produce cuando: $x_1 - x_2 = \left(\frac{2n+1}{2}\right)\lambda$

La cresta de una onda coincide con el valle de la otra y se anulan.

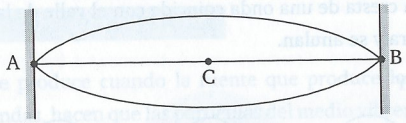


ONDAS ESTACIONARIAS

Se produce cuando dos ondas de la misma frecuencia, amplitud y longitud de onda viajan en el mismo medio en direcciones opuestas. Consideremos el caso de ondas senoidales que viajan en una cuerda fija en ambos extremos las ondas estacionarias se generan en la cuerda por una superposición continua de ondas incidentes y reflejados en los extremos.
Se llama **NODO** al punto de la cuerda que no se mueve y su amplitud es cero. Se llama **ANTINODO** al punto de amplitud máxima. Dos nodos consecutivos o antinodos consecutivos están separados 0.5λ.

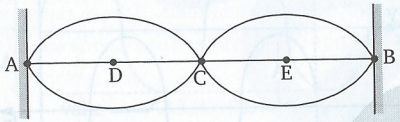


Para n = 1



A; B: Son los nodos de la onda.
C: Es el antinodo de la onda.

n = 2



A; B; C: Son los nodos de la onda.
D; E: Son los antinodos de la onda.

Cuando : n = 1, $L = \frac{\lambda}{2}$

Cuando : n = 2, $L = \frac{2\lambda}{2}$

En general: $\boxed{L = \frac{n\lambda}{2}}$

La frecuencia "f" viene dada por:

$$\boxed{f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F}{u}}}$$

Para n = 1; 2; 3; 4; .....

n = número de husos o segmentos que origina el movimiento vibratorio.

Si n = 1; la frecuencia "f" se llama fundamental o primer armónico.

F: Es la fuerza de tensión en los nodos extremos

u: Densidad lineal de la onda.

SONIDO

Son ondas mecánicas longitudinales que se propagan a través de un sólido, líquido o gas, que son audibles, es decir se pueden percibir por el oído humano.

Si las ondas longitudinales tienen frecuencias en el intervalo de 20 Hz a 20 000 Hz pueden ser percibidas por el oído humano. Si su frecuencia es inferior a 20 Hz se llama **ONDA INFRASÓNICA**, y no son audibles. Si su frecuencia es superior a 20000 Hz se llama **ONDA ULTRASÓNICA** y estas también poco se puede percibir por el oído humano promedio.

INTENSIDAD DE ONDAS SONORAS (I)

Se define como la energía media que atraviesa la unidad de área "A", perpendicular a la dirección en la que se propaga, en la unidad de tiempo.

$$\boxed{I = \frac{\text{Energía}}{\text{Área tiempo}} = \frac{\text{Potencia}}{\text{Área}}}$$

Unidad (S. I.): $\frac{\text{watt (W)}}{m^2}$ $\frac{\text{watt (W)}}{cm^2}$

El sonido más débil que puede percibir el oído humano es de intensidad:

$$\boxed{10^{-12}\,\frac{W}{m^2}}$$

Como podemos observar, es una cantidad muy pequeña.

El sonido más intenso que puede detectar el oído humano es de intensidad:

$$\boxed{10^{-4}\,\frac{W}{cm^2} = 1\,\frac{W}{m^2}}$$

Mayor a este rango, se presenta dolor auditivo.

INTENSIDAD SONORA EN DECIBELES

$$\boxed{\beta = 10\log\frac{I}{I_o}}$$

β = Intensidad del sonido en decibeles (db)

I = Intensidad del sonido en Watt/metro^2

$I_o = 10^{-12}\ W/m^2$

OBSERVACIÓN

Las conversiones a decibeles se efectúan aproximadamente a 6,5 decibeles.

EFECTO DOPPLER

Es el movimiento relativo entre la fuente que produce las ondas y el observador que recibe las ondas. En el caso del sonido la fuente produce las ondas sonoras y el observador recibe el sonido.

$$\boxed{f' = f\left(\frac{V_s \pm V_0}{V_s \mp V}\right)}$$

V_s = rapidez del sonido.

V_0 = rapidez del observador (oyente).

V = rapidez de fuente sonora.

f' = Frecuencia percibida por el oyente.

f = Frecuencia emitida por la fuente.

SIGNOS

Acercamiento entre la fuente y el observador:

V_0 = positivo (+) y V = negativo (–).

Alejamiento entre la fuente y el observador:

V_0 = negativo (–) y V = positivo (+).

Para cualquier caso V_s siempre es positivo.

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Son aquellas perturbaciones constituidas por la propagación de campos eléctricos y magnéticos variables en un medio material e inclusive en el vacío.

Los campos eléctricos y magnéticos de las ondas electromagnéticas planas son perpendiculares entre sí y también son perpendiculares con respecto a la dirección de propagación de la onda. Además éstas ondas obedecen el principio de superposición y son ondas transversales.

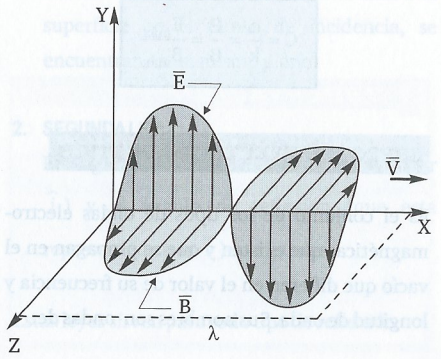
OBSERVACIÓN

Toda carga eléctrica que se mueva con una aceleración, emanan ondas electromagnéticas

RAPIDEZ DE PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

MAXWELL y **HERTZ** demostraron que en el vacío o aire las ondas electromagnéticas se propagan con una velocidad de:

$$\boxed{C = 3\times10^8\,\frac{m}{s}}$$



Donde:

$\overline{E}$: Campo eléctrico.

$\overline{B}$: Campo magnético.

$\overline{V}$: Velocidad de propagación de la onda.

V = C (en el vacío).

$$E = E_{máx}\,\text{sen}(kx - \omega t)$$
$$B = B_{máx}\,\text{sen}(kx - \omega t)$$

Donde: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ y $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

Además:

$$C = \lambda f$$

λ = longitud de onda (m).

f = frecuencia de ondas (Hz).

FÓRMULAS ADICIONALES

$$C = \frac{1}{\sqrt{u_0\,\varepsilon_0}} = 3\times10^{-8}\,\frac{m}{s}$$

Donde: $u_o = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{T\times m}{A}$

ε_o = Fuerza electromotriz.

También:

$$C = \frac{\omega}{k} = \frac{E}{B} = \frac{E_{máx}}{B_{máx}}$$

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Es el conjunto de los tipos de ondas electromagnéticas que existen y que se propagan en el vacío que difieren en el valor de su frecuencia y longitud de onda. Sus nombres son ondas de:

Aumento de la longitud de onda "λ" ↓

Aumento de la frecuencia "f" ↑

Rayos Gamma
Rayos X
Ultravioleta
Luz Visible
Infrarrojas
Microondas
Televisión
Radio

$\lambda_{\text{rayos x}} < \lambda_{\text{infrarrojos}}$

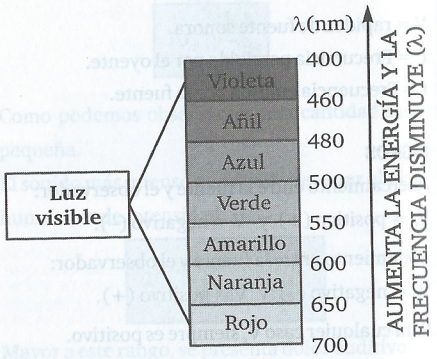
$f_{\text{rayos x}} > f_{\text{microondas}}$

RADIACIÓN VISIBLE (LA LUZ)

Son las ondas electromagnéticas que el ojo humano puede detectar, se clasifican en colores que van del violeta ($\lambda = 4.10^{-7}$ metros) al rojo ($\lambda = 7.10^{-7}$ metros).

Como la longitud de onda es inversa a la frecuencia, la frecuencia del rojo es menor y del violeta es mayor.

Al aumentar la frecuencia de las ondas tendremos el color naranja, amarillo, verde, azul, añil y el violeta.



ÓPTICA

Es una parte de la Física que se encarga del estudio de la luz y los fenómenos que produce.

NATURALEZA DE LA LUZ

La **TEORÍA CORPUSCULAR** establece que la luz cuando interacciona con la materia se comporta como si estuviera formado por pequeñas partículas o corpúsculos que al incidir en los cuerpos rebota y al llegar a los ojos produce la sensación de la visión.

La **TEORÍA ONDULATORIA** sostiene que la luz al propagarse se comporta como si fuera una onda electromagnética.

En la actualidad se considera que la luz tiene un comportamiento dual, es decir, en algunos casos actúa como una onda y en otros actúa como una partícula. La velocidad de la luz en el vació es máxima e igual a:

$$C = 3\times10^{8}\ m/s$$

REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ

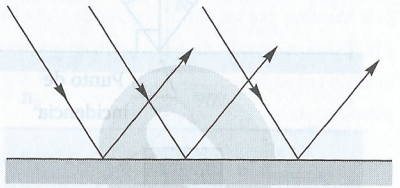
Cuando un rayo de luz que viaja en un medio transparente llega a una superficie de otro medio transparente, parte del rayo se refleja continuando en el medio inicial y parte entra en el segundo medio. Esto ocurre en la mayoría de los casos.

REFLEXIÓN DE LA LUZ

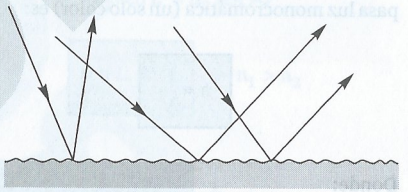
Se produce cuando un rayo de luz que viaja en un medio, encuentra una superficie de un segundo medio, parte o totalidad del rayo incidente se refleja retornando al primer medio.

TIPOS DE REFLEXIÓN

1. **REFLEXIÓN REGULAR O ESPECULAR:**
   Se produce en una superficie lisa y los rayos incidentes paralelos se reflejan también en forma paralela.



2. **REFLEXIÓN DIFUSA:**
   Se relejan los rayos luminosos en diferentes direcciones y se producen en una superficie áspera.

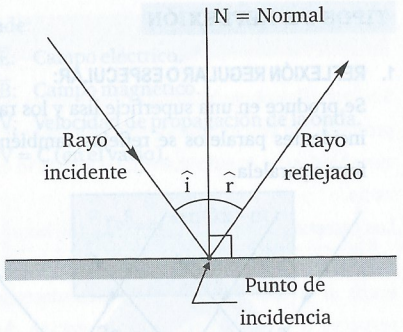


LEYES DE LA REFLEXIÓN

1. **PRIMERA LEY:**
   El rayo incidente, el rayo reflejado y la Normal trazada de forma perpendicular a la superficie en el punto de incidencia, se encuentran en un mismo plano.

2. **SEGUNDA LEY:**
   El ángulo de incidencia (representado por $\hat{i}$) y el ángulo de reflexión (que esta representado por $\hat{r}$) son iguales

Estas leyes sirven para todo tipo de reflexión.



$$\hat{i} = \hat{r}$$

ÍNDICE DE REFRACCIÓN (n)

De un medio material transparente, por donde pasa luz monocromática (un solo color) es:

$$n = \frac{C}{V}$$

Donde:

C = velocidad de la luz en el vacío que es:

3.10^{-8} m/s.

V = velocidad de la luz monocromática en el medio material.

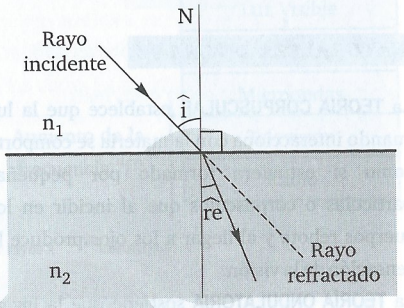
$n \geq 1$ (en el aire, se puede considerar para efectos prácticos: $n \approx 1$).

OBSERVACIÓN

Los diferentes colores no tienen la misma velocidad en un mismo medio; pero en el vació si tienen la misma velocidad "C". Luego un mismo medio puede tener diferentes índices de refracción

REFRACCIÓN DE LA LUZ

Se produce cuando la luz pasa de un medio a otro a través de una superficie que los separa.



$$n_1 \operatorname{sen} \hat{i} = n_2 \operatorname{sen} \hat{r}$$

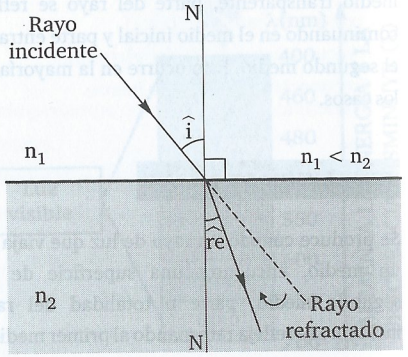
Donde:

$\hat{i}$ = ángulo de incidencia, formado por el rayo incidente y la Normal.

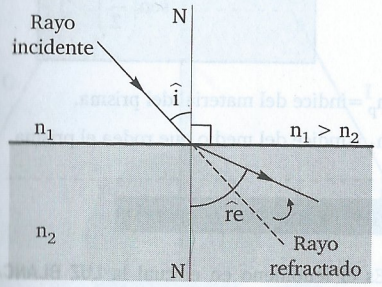
$\widehat{re}$ = ángulo de refracción, formado por el rayo refractado y la Normal.

CASOS

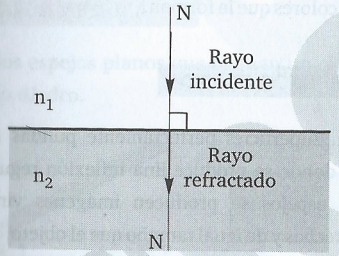
1. Si la luz pasa de un medio de menor índice o densidad a un medio de mayor índice, se desvía acercándose a la Normal.



2. Si la luz pasa de un medio de mayor índice a un medio de menor índice, se desvía alejándose a la Normal.



3. Si la luz llega de manera perpendicular a la superficie, se refracta sin desviarse.



OBSERVACIÓN

En la refracción, cuando la luz pasa de un medio a otro su frecuencia no cambia pero su longitud de onda y velocidad si varían, luego:

$$V_1 = \lambda_1 f \; ; \; V_2 = \lambda_2 f$$

Dividiendo:

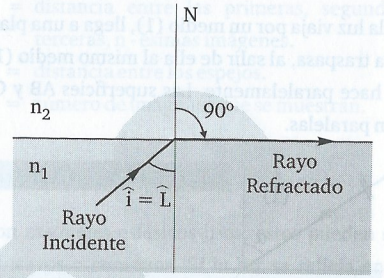
$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{C}{n_1}}{\frac{C}{n_2}} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \lambda_1 n_1 = \lambda_2 n_2$$

V_1; V_2: Rapidez de la luz en medios 1 y 2.

λ_1; λ_2: Longitud de onda en medios 1 y 2.

ÁNGULO LÍMITE ($\widehat{L}$)

Ángulo de incidencia que produce un ángulo de refracción de 90°; es decir, el rayo refractado es tangente a la superficie que separa los medios.



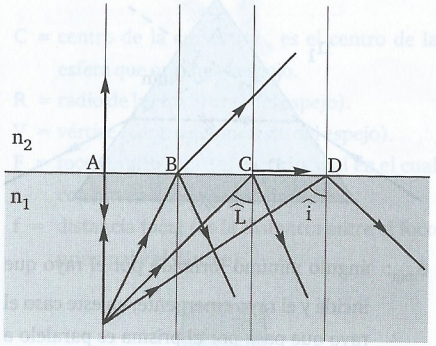
Según la regla de Snell:

$$n_1 \operatorname{sen} \hat{L} = n_2 \operatorname{sen} 90°$$

$$\operatorname{sen} \hat{L} = \frac{n_2}{n_1} \quad ; \; n_1 > n_2$$

REFLEXIÓN TOTAL

Se produce cuando la luz al ir de un medio de mayor índice a otro de menor índice, incide con un ángulo mayor al ángulo límite, sólo se refleja y no se refracta.

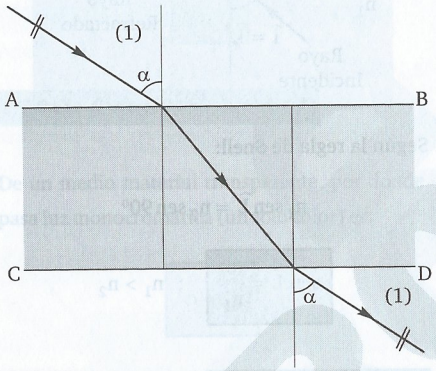


O = foco

El rayo OA y OB se relejan y refractan, el rayo OC se refleja y se refracta a las justas (ángulo límite). El rayo OD solo se refleja ($\hat{i} > \hat{L}$)

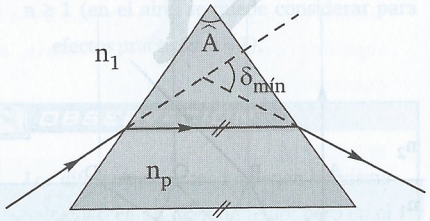
PROPIEDAD

Si la luz viaja por un medio (1), llega a una placa y la traspasa, al salir de ella al mismo medio (1), lo hace paralelamente. Las superficies AB y CD son paralelas.



PRISMA ÓPTICO

La luz monocromática que atraviesa el prisma realiza dos refracciones en las cara planas.



$\delta_{mín}$: ángulo mínimo formado por el rayo que incide y el rayo emergente, en este caso el rayo que pasa por el prisma es paralelo a la cara horizontal.

$$n_p = n_1 \times \frac{\operatorname{sen}\left(\frac{\hat{A}+\delta_{mín}}{2}\right)}{\operatorname{sen}\left(\frac{\hat{A}}{2}\right)}$$

n_p = índice del material del prisma.

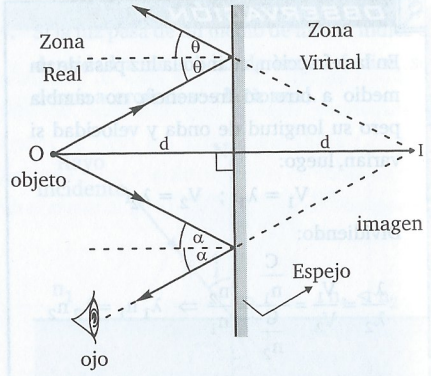
n_1 = índice del medio que rodea el prisma

DISPERSIÓN DE LA LUZ

Es el fenómeno en el cual la **LUZ BLANCA** se separa en diversos colores como el rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta. Por lo tanto la Luz Blanca al refractarse se descompone en los colores que la forman.

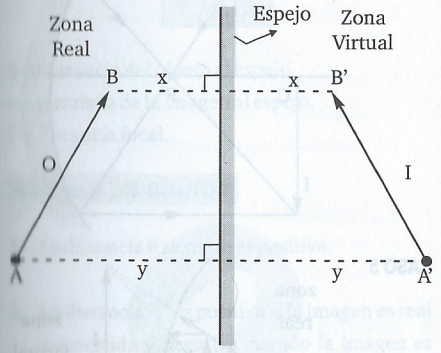
ESPEJOS PLANOS

Son superficies perfectamente pulidas (lisas), en donde se produce una reflexión regular. En los espejos se producen imágenes virtuales, derechas y de igual tamaño que el objeto.



El ojo logra ver la imagen cuando le llega la luz proveniente del objeto, pero para él es como si proviniera de la imagen.

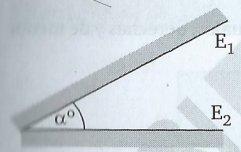
Si el objeto es un segmento:



La imagen que se genera es virtual, derecha y de igual tamaño que el objeto.

ESPEJOS ANGULARES

Son dos espejos planos que forman un cierto ángulo diedro.



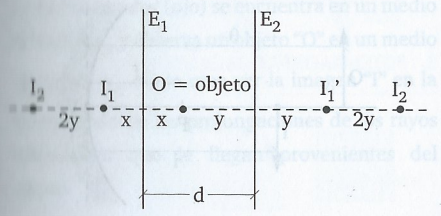
$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

N: Número de imágenes que se forman.

α: ángulo formado por los espejos E_1 y E_2.

ESPEJOS PARALELOS

Son espejos planos colocados en forma paralela uno al frente del otro, si colocamos un objeto entre ellos se producen infinitas imágenes.



I_1; I_1': primeras imágenes en ambos espejos.

I_2; I_2': segundas imágenes en ambos espejos.

Luego: $D = 2n\,d$

D = distancia entre las primeras, segundas, terceras, n - ésimas imágenes.

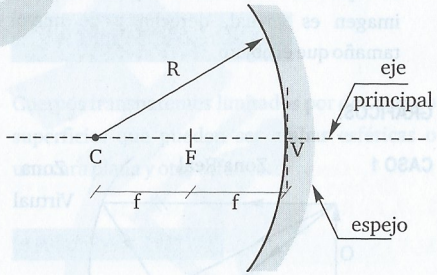
d = distancia entre los espejos.

n = número de imágenes que se muestran.

ESPEJOS ESFÉRICOS

Son casquetes esféricos lisos, estos pueden ser cóncavos o convexos. Si la luz se refleja en la superficie interior se llama espejo cóncavo y si la luz se refleja en la cara exterior se llama espejo convexo.

ELEMENTOS



C = centro de la curvatura , es el centro de la esfera que origina el espejo.

R = radio de la curvatura (del espejo).

V = vértice (centro geométrico del espejo).

F = foco (punto sobre el eje principal en el cual concurren los rayos reflejados).

f = distancia focal (es la distancia entre el foco principal y el vértice).

$$f = \frac{R}{2}$$

IMÁGENES EN ESPEJOS ESFÉRICOS

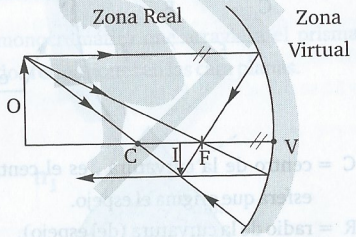
EN ESPEJOS CÓNCAVOS

CASOS

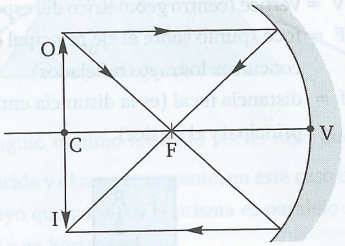
1. El objeto se encuentra frente al espejo a una distancia mayor que su radio. La imagen es real, invertida y de menor tamaño que el objeto.
2. El objeto está en el centro, la imagen es real, invertida y de igual tamaño que el objeto.
3. El objeto está entre el centro y el foco; la imagen es real, invertida y de mayor tamaño que el objeto.
4. El objeto está en el foco; no hay imagen.
5. El objeto está entre el foco y el vértice, la imagen es virtual, derecha y de mayor tamaño que el objeto.

GRÁFICOS:

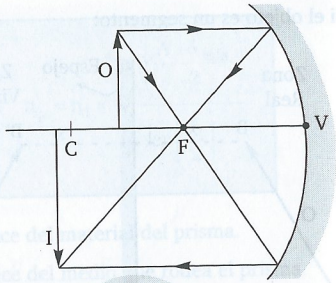
CASO 1



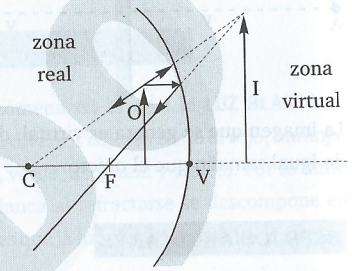
CASO 2



CASO 3

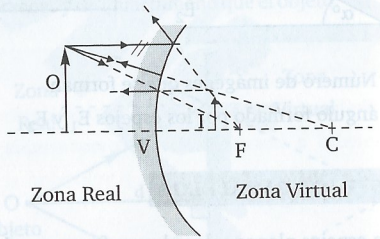


CASO 5

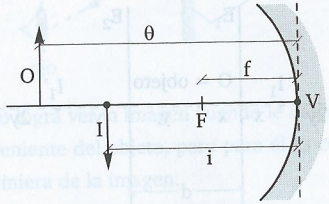


ESPEJOS CONVEXOS

Las imágenes son virtuales, derechas y de menor tamaño que el objeto.



ECUACIÓN DE DESCARTES



$$\frac{1}{f}=\frac{1}{\theta}+\frac{1}{i}$$

θ = distancia del objeto al espejo.
i = distancia de la imagen al espejo.
f = distancia focal.

REGLAS DE SIGNOS

1. La distancia θ siempre es positiva.
2. La distancia "i" es positiva si la imagen es real e invertida y negativa cuando la imagen es virtual y derecha.
3. La distancia focal "f" es positiva si el espejo es cóncavo y negativa, cuando el espejo es convexo.

AUMENTO (A) QUE SE PRODUCE EN UN ESPEJO ESFÉRICO

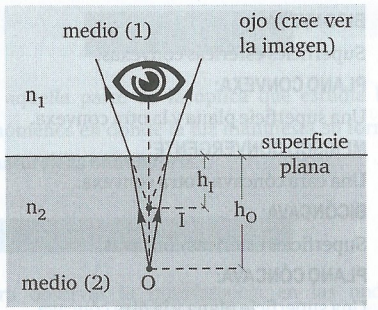
$$A=-\frac{i}{\theta}$$

El aumento es positivo si la imagen es virtual, derecha. Será negativo si es real, invertida.

$$|A|=\frac{(T_I)}{(T_O)}$$

IMÁGENES POR REFRACCIÓN

Si un observador (ojo) se encuentra en un medio de índice n_1 y observa un objeto "O" en un medio de índice n_2, el ojo cree ver la imagen "I" en la intersección de las prolongaciones de los rayos refractados que le llegan provenientes del objeto.



$$h_I=h_O\times\frac{n_1}{n_2}$$

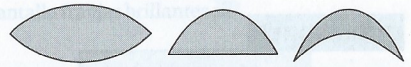
h_I: Profundidad aparente.
h_O: Profundidad Real.
I: Imagen generada.
O: Objeto que se desea ver.
n_1; n_2: Índices de refracción de los medios 1 y 2.

LENTES DELGADAS

Cuerpos transparentes limitados por dos caras o superficies que pueden ser ambas esféricas o una cara plana y otra esférica.

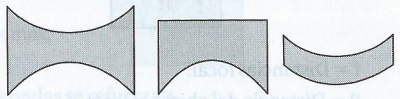
TIPOS DE LENTES

1. LENTES CONVERGENTES



(1) (2) (3)

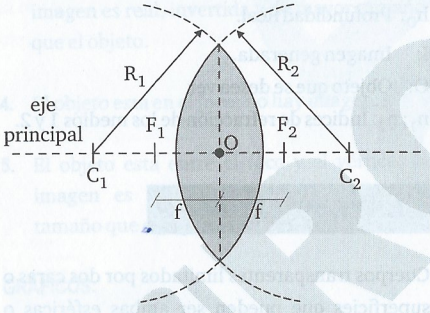
2. LENTES DIVERGENTES



(4) (5) (6)

1. **BICONVEXA:**
   Superficies esféricas convexas.
2. **PLANO CONVEXA:**
   Una superficie plana y la otra convexa.
3. **MENISCO CONVERGENTE:**
   Una cara cóncava y otra convexa.
4. **BICÓNCAVA:**
   Superficies esféricas cóncavas.
5. **PLANO CÓNCAVA:**
   Una superficie plana y la otra cóncava.
6. **MENISCO DIVERGENTE:**
   Una cara convexa y otra cóncava.

ELEMENTOS DE LA LENTE



1. C_1; C_2: Centros de las circunferencias.
2. R_1,R_2: Radios de las circunferencias.
3. F_1; F_2: Focos de la lente.
4. O: Centro óptico de la lente.

ECUACIONES

1. **ECUACIÓN DE LOS FOCOS CONJUGADOS:**

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{\theta}+\frac{1}{i}$$

f = Distancias focal.
θ = Distancia del objeto al lente.
i = Distancia de la imagen al lente.

REGLAS DE SIGNOS

1. La distancia del objeto "θ" es positiva.
2. La distancia imagen "i" es positiva si la imagen es real e invertida y negativa cuando la imagen es virtual y derecha.
3. La distancia focal "f" es positiva si la lente es convergente y será negativa si la lente es divergente.

2. **AUMENTO (A) DE LA LENTE**

$$A=-\frac{i}{\theta}$$

El aumento es positivo si la imagen es virtual, derecha. Será negativo si es real, invertida.

$$|A|=\frac{\text{Tamaño de la imagen } (T_I)}{\text{Tamaño del objeto } (T_O)}$$

3. **ECUACIÓN DEL FABRICANTE DE LENTES:**

$$\frac{1}{f}=\left(\frac{n_L}{n_M}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$$

n_L: índice del material que forma la lente.
n_M: índice del medio que rodea la lente.
R_1; R_2: radios de las superficies que limitan la lente.

SIGNOS

Radios positivos si es cara convexa, negativo si es cara cóncava, infinito para caras planas.

3. **POTENCIA ÓPTICA DE LA LENTE (P):**

$$P=\frac{1}{f}$$

UNIDAD (S.I.):
f: distancia focal (m)
P: dioptrías.

FORMACIÓN DE IMÁGENES EN LENTES

LENTES CONVERGENTES

IMAGEN REAL

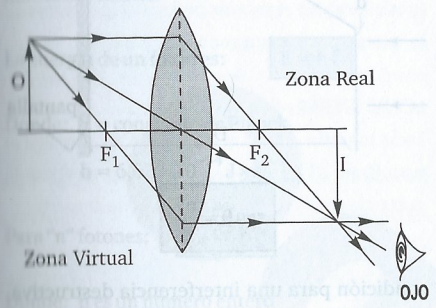
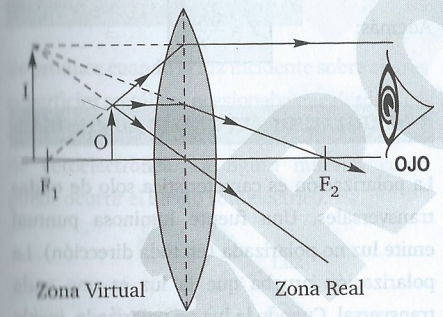
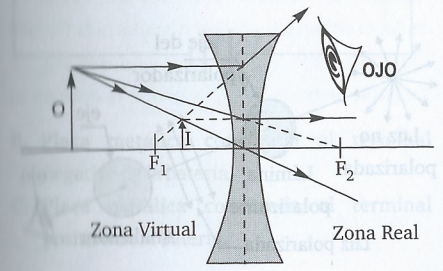


IMAGEN VIRTUAL



LENTES DIVERGENTES

LA IMAGEN ES VIRTUAL, DERECHA Y DE MENOR TAMAÑO QUE EL OBJETO



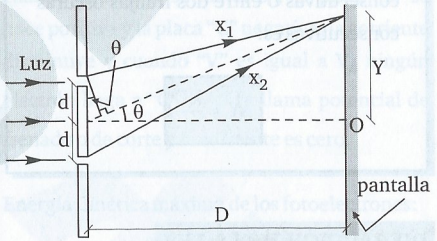
ÓPTICA FÍSICA

Es aquella parte de la óptica que estudia los fenómenos en donde la luz manifiesta su forma o naturaleza ondulatoria.

INTERFERENCIA DE LA LUZ

Para observar la interferencia en las ondas luminosas, las fuentes que emiten luz deben ser coherentes y emitir luz monocromática (de un solo color) y debe aplicarse el principio de superposición de ondas.

EXPERIMENTO DE YOUNG



d = distancia entre las rendijas.
D = distancia entre las rendijas y la pantalla.

INTERFERENCIA CONSTRUCTIVA

La luz de las dos rendijas producen sobre la pantalla franjas brillantes si:

$$x_2-x_1=n\lambda=d\ \text{sen}\ \theta$$

donde: n = 0; 1; 2; 3; ...

Además: $$Y=\frac{n\lambda D}{d}$$

Las ondas se refuerzan.
Y: distancia de las franjas brillantes al centro "O"

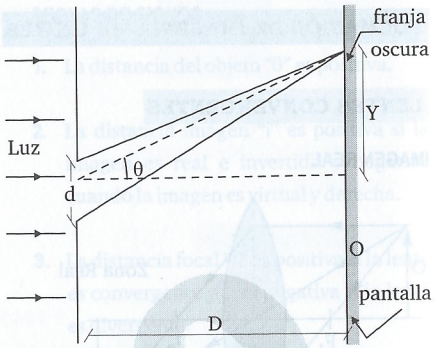
INTERFERENCIA DESTRUCTIVA

La luz de las dos rendijas producen sobre la pantalla franjas oscura si:

$$x_2 - x_1 = \left(\frac{2n-1}{2}\right)\lambda = d\,\text{sen}\,\theta$$

Además: $$Y = \frac{(2n+1)}{d}\lambda D$$

Y: distancia de las franjas oscuras al centro "O"



$$\text{sen}\,\theta = \frac{n\lambda}{d}$$

condición para una interferencia destructiva, donde: n = 1; 2; 3; 4; .....

Además: $$Y = \frac{n\lambda D}{d}$$

OBSERVACIÓN

La distancia entre dos franjas brillantes consecutivas o entre dos franjas oscuras consecutivas es:

$$\Delta Y = \frac{\lambda D}{d}$$

DIFRACCIÓN DE LA LUZ

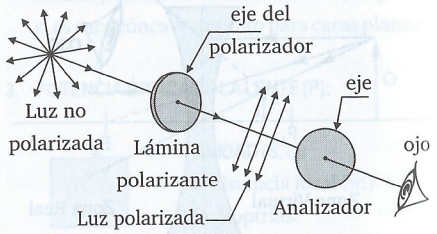
La difracción ocurre cuando las ondas pasan a través de unas pequeñas aberturas o alrededor de obstáculos. El paso de la luz depende de la cantidad de aberturas u obstáculos que existen en su línea de acción así como el tamaño de dichas aberturas u obstáculos.

DIFRACCIÓN DE LA LUZ EN UNA SOLA RENDIJA

Cada porción de la rendija actúa como una fuente puntual de ondas luminosas, de tal manera que la luz de una porción de la rendija puede interferir con luz de otra porción, formándose franjas alternas oscuras y brillantes.

POLARIZACIÓN DE ONDAS LUMINOSAS

La polarización es característica solo de ondas transversales. Una fuente luminosa puntual emite luz no polarizada (en toda dirección). La polarización prueba que la luz es una onda transversal. Cuando la luz no polarizada, incide en una lámina polarizante (Polaroid), produce luz planamente polarizada. Si luego se coloca otra lámina polarizante (analizador) cuyo eje es perpendicular al anterior, la luz se absorbe y no se transmite.



FÍSICA MODERNA

Einstein propuso que la radiación de energía electromagnética se propaga en el espacio como si fueran partículas o paquetes de energía que se llamaron Fotones.

La energía de un fotón es: $$E = hf$$

Donde: h = constante de Planck

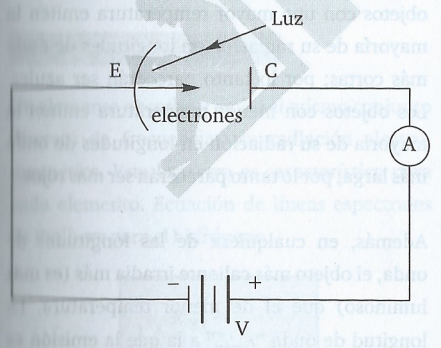
$$h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ J \times s$$

Para "n" fotones: $$E = nhf$$

Donde: n es un número entero

EFECTO FOTOELÉCTRICO

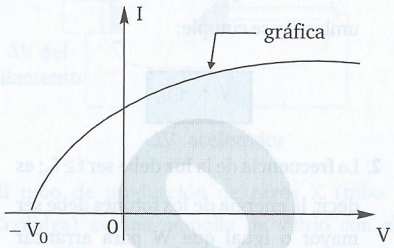
Se produce cuando la luz incidente sobre ciertas superficies metálicas ocasionaba que desde ellas se emitieran electrones que reciben el nombre de Fotoelectrones. La figura muestra cómo puede ocurrir el Efecto Fotoeléctrico.



E: Placa metálica conectada al terminal negativo de la batería.

C: Placa metálica conectada al terminal positivo de la batería.

Si una luz monocromática de frecuencia apropiada ilumina a la placa "E", el Amperímetro detecta una corriente, lo cual implica que la placa "E" emite electrones hacia la placa "C".



La figura muestra la gráfica de la corriente fotoeléctrica en función del voltaje "V" entre E y C. Se aprecia cuando "V" es negativo osea cuando la batería se invierte y la placa "E" se hace positiva y la placa "C" negativa, la corriente disminuye y cuando "V" es igual a V_0 ningún electrón llega a "C". "V_0" se llama potencial de frenado o de corte y la corriente es cero.

Energía Cinética máxima de los fotoelectrones:

$$E_{C_{máx}} = eV_0$$

donde: "e" es la carga del electrón.

De acuerdo a Einstein se cumple:

$$hf = W + E_{C_{máx}}$$

Donde:

hf = energía de cada fotón de luz que incide en el metal.

W = función del trabajo = energía mínima que debe tener el fotón para arrancar un electrón.

$E_{C_{máx}}$ = energía cinética máxima emitida por cada electrón liberado.

OBSERVACIONES

1. Si $E_{C_{máx}} = 0 \rightarrow$ la frecuencia de la luz que arranca al electrón con velocidad cero es $f = f_0$ llamada la "frecuencia umbral" y se cumple:

$$W = h f_0$$

2. La frecuencia de la luz debe ser $f \geq f_0$; es decir, la energía de los fotones debe ser mayor o igual que W para arrancar electrones al metal. Si $f < f_0$ no ocurre emisión de electrones.

3. La energía cinética máxima es independiente de la intensidad de luz. Esto quiere decir que si la intensidad luminosa se duplica, se produce la emisión doble de fotoelectrones pero la energía máxima nunca varía según: ($E_{C_{máx}} = hf - W$) y depende solo de la frecuencia de la luz y de la función de trabajo y no de la intensidad luminosa.

4. La función de trabajo W sólo depende del metal. Metales diferentes tendrán diferentes W. Por lo tanto la frecuencia umbral sólo depende del metal.

5. El efecto fotoeléctrico evidencia que la luz tiene un comportamiento corpus cular cuando actúa con el metal.

6. La luz muestra características tanto de onda como de partícula, es decir, los fotones tienen características de onda y partícula.

RADIACIÓN DEL CUERPO NEGRO

POSTULADO DE PLANCK

Un cuerpo negro es una cavidad que absorbe completamente toda la luz que llega hacia ella. Independientemente del material con que estén fabricados, los espectros de los cuerpos negros a la misma temperatura son idénticos.

LEY DE STEFAN – BOLTZMAN

Toda materia que se encuentra a una temperatura finita (T) emite una radiación térmica; la potencia total radiada por unidad de área es:

$$P = \sigma T^4$$

Donde: σ = Constante de Stefan – Boltzman

$$\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8}\ W/m^2K^4$$

LEY DE WIEN

Nos dice cómo cambia el color de la radiación cuando varía la temperatura de la fuente emisora, y ayuda a entender cómo varían los colores aparentes de los cuerpos negros. Los objetos con una mayor temperatura emiten la mayoría de su radiación en longitudes de onda más cortas; por lo tanto parecerán ser azules. Los objetos con menor temperatura emiten la mayoría de su radiación en longitudes de onda más larga; por lo tanto parecerán ser más rojos.

Además, en cualquiera de las longitudes de onda, el objeto más caliente irradia más (es más luminoso) que el de menor temperatura. La longitud de onda "$\lambda_{máx}$" a la que la emisión es máxima viene dada por:

$$\lambda_{máx}\, T = 2{,}9 \cdot 10^{-3}\ mK$$

Donde: T es la temperatura del cuerpo.

EFECTO COMPTON

Propuesto por Compton, en 1924, es una extensión lógica del efecto fotoeléctrico. La diferencia es que en este caso los fotones son generalmente más energéticos que cuando se produce el efecto fotoeléctrico. Todo fotón al chocar con un electrón transmite parte de su energía al electrón por lo que el fotón dispersado tendrá menor frecuencia o mayor longitud de onda.

Sea λ_0 la longitud de onda de la radiación incidente, y λ la longitud de onda de la radiación dispersada. Compton encontró que la diferencia entre ambas longitudes de onda estaba determinada únicamente por el ángulo θ de dispersión, del siguiente modo:

$$\lambda - \lambda_0 = \lambda_c\,(1 - \cos\theta)$$

donde: λ_c es la constante denominada longitud de onda de Compton y su valor es:

$$\lambda_c = 2{,}4262 \cdot 10^{-12}\ m.$$

ESPECTROS ATÓMICOS

Un elemento absorbe y emite el mismo conjunto discreto de frecuencias de radiación electromagnética. Este espectro es característico para cada elemento. Ecuación de líneas espectrales de Rydberg para el hidrógeno.

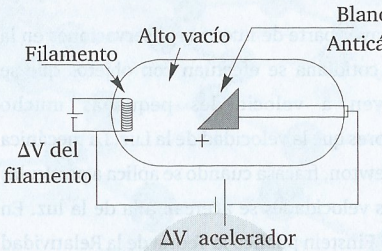
$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

Donde: R_H: Cte. de Rydberg $= 1{,}09 \times 10^{-7}\ m^{-1}$

m = número de la serie espectral.

n = número de líneas espectrales.

LOS RAYOS X



El tubo de producción de rayos X (tubo de Coolidge) es una ampolla de vidrio con alto vacío en su interior, consiste en una fuente de electrones y un blanco, con el cual los electrones pueden interactuar después de ser acelerados a través del vacío.

En la interacción entre los electrones acelerados y el blanco, más del 99% de la energía es disipada en forma de calor. La energía restantes irradiada en forma de rayos X.

La longitud de onda mínima y la diferencia de potencial acelerador se relacionan:

$$\lambda_{mín} = \frac{hc}{e\,\Delta V}$$

$h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ J.s$

c = velocidad de la luz $= 3 \times 10^8\ m/s$

e = carga del electrón $= -1{,}6 \times 10^{-19}\ C$

Las principales características y propiedades de los rayos X se indican a continuación:

* Son de naturaleza electromagnética e invisibles.
* No son desviados por campos eléctricos y magnéticos, ni por lentes.
* Tienen alta penetración (generalmente de wolframio).
* Provocan efecto fotoeléctrico.

RELATIVIDAD

La mayor parte de nuestras observaciones en la vida cotidiana se efectúan con objetos que se mueven a velocidades pequeñas mucho menores que la velocidad de la Luz. La mecánica de Newton, fracasa cuando se aplica a partículas cuyas velocidades se acercan a la de la luz. En 1905 Einstein publicó la Teoría de la Relatividad con la cual se pueden estudiar fenómenos a velocidades cercanas ala de la Luz. Ésta teoría tiene dos postulados básicos:

1. Todas las leyes de la física son las mismas en todos los marcos o sistemas de referencia inerciales.
2. La velocidad de la luz en el vacío tiene el mismo valor $C = 3.\ 10^8$ m/s, en todos los marcos inerciales independiente de la velocidad del observador o de la velocidad de la fuente que emite la luz. Sólo estudiaremos la dilatación del tiempo y la contracción de las longitudes.

DILATACIÓN DEL TIEMPO

Se cumple:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_p}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}$$

Donde: $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}$

Luego: $\Delta t = \gamma \Delta t_p$

Como: $\gamma > 1 \rightarrow \Delta t > \Delta t_p$

Δt_p: Tiempo propio, es el intervalo de tiempo transcurrido entre dos sucesos medidos por un observador en un sistema de referencia S' que ve que los eventos ocurren en el mismo lugar; es decir, es el tiempo propio es el tiempo medido con un reloj en reposo en el sistema S' en el cual ocurre el evento.

Δt: Es el intervalo de tiempo transcurrido entre dos sucesos medidos por un observador en un sistema de referencia "S".

V: Velocidad constante de S' respecto a S.

C: Velocidad de la luz.

CONTRACCIÓN DE LONGITUDES

Es la medida entre dos puntos que depende del sistema de referencia.

$$L = L_p\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}} = \frac{1}{\gamma}L_p$$

L_p: Longitud propia de un objeto, es la longitud del objeto medido por un observador que esta en reposo respecto al objeto.

L: Longitud del objeto medido por otro objeto u observador en un sistema de referencia que se mueve respecto al objeto.

Como: $\gamma > 1 \rightarrow L < L_p$

OBSERVACIÓN

La contracción de la longitud ocurre sólo a lo largo de la dimensión horizontal del movimiento que experimenta. Pero la dimensión perpendicular, la longitud no varía.

FÍSICA